

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-3884

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

B

21/26

21/68

N

21/68

21/205

// H 0 1 L 21/205

21/26

Q

審査請求 未請求 請求項の数50 O L 外国語出願 (全 64 頁)

(21) 出願番号 特願平9-231664

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月24日

(31) 優先権主張番号 08/687166

(32) 優先日 1996年7月24日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(31) 優先権主張番号 08/858091

(32) 優先日 1997年5月17日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390040660

アプライド マテリアルズ インコーポレ  
イテッド

APPLIED MATERIALS, I  
NCORPORATED

アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
95054 サンタ クララ パウアーズ ア  
ベニュー 3050

(72) 発明者 ボール ディートン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州,  
サン ノゼ, ヴェニス ウェイ 4471

(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外4名)

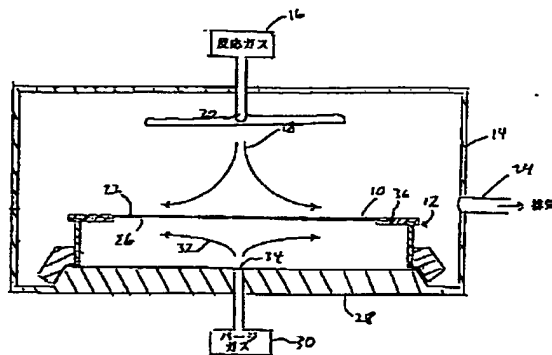
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学気相処理中に基板の裏面をパージするための方法及び 装置

(57) 【要約】

【課題】 基板の縁部パージを有効に行うことを目的とする。

【解決手段】 処理チャンバ内の基板の裏側をパージするための装置は、パージガスインジェクタを備える。インジェクタは、スリットを与える略環状の開口を備え、スリットは、パージガスの流れを、基板によって形成される平面と略平行な方向で略半径方向外方に向けるように構成されかつ配置され、基板は処理チャンバ内でパージガスインジェクタの上方に支持される。基板が十分な速度で回転されると、インジェクタから流出するパージガスは基板の裏面に沿って渦巻状に外方へ押し流される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 処理チャンバを備える処理システム用の  
パージガスインジェクタであって、

スリットを与える略環状の開口を備え、前記スリットは  
基板によって画成される平面に略平行で略半径方向外方  
にパージガス流を向けるように構成されかつ配置され、  
前記基板は前記処理チャンバ内で上方に支持される、パ  
ージガスインジェクタ。

【請求項2】 上方に延びる流路を備える本体部と、  
上板と、

前記上板を前記本体部の上方に配置させる支持構体と、  
を更に備え、前記スリットは、当該スリットに前記流路  
が開通した状態で前記本体部と前記上板との間に設けら  
れる、請求項1に記載のパージガスインジェクタ。

【請求項3】 前記本体部及び前記上板は透明な石英で  
作られている、請求項2に記載のパージガスインジェク  
タ。

【請求項4】 前記本体部が更に、  
前記スリット及び前記上板を備える第1の直径をもった  
第1の部分と、

前記第1の直径よりも小さい第2の直径をもった第2の  
部分とを備え、

前記流路は、前記本体部の前記第1の部分内にある上部  
流路と、前記上部流路と当該流路の下端にある開口との  
間を結ぶ下部流路とを備え、前記上部流路が前記下部流  
路よりも大きい直径を有する、請求項2に記載のパージ  
ガスインジェクタ。

【請求項5】 処理システムであって、  
処理チャンバと、

前記処理チャンバ内で基板を支持するように構成されか  
つ配置される支持アセンブリと、

前記基板が前記支持アセンブリによって支持される場合  
に前記基板の裏面の下方に配置されるパージガスインジ  
ェクタであって、スリットを与える略環状の開口を備  
え、前記スリットが、前記基板によって画成される平面  
に略平行な方向で当該スリットから半径方向外方にパ  
ージガスを流すように構成されかつ配置されるパージガ  
スインジェクタと、備える処理システム。

【請求項6】 前記パージガスインジェクタは、上方に  
延びる流路及びパージガス源に接続する前記流路の下端  
部を備える本体部と、

上板と、

前記上板を前記本体部の上方に配置させる支持構体であ  
って、前記スリットが、当該スリットに前記流路の上部  
が開通した状態で前記本体部と前記上板との間に設けら  
れる支持構体と、を更に備える、請求項5に記載の処理  
システム。

【請求項7】 前記流路の前記下端部は第1の直径を有  
し、前記流路の前記上端部は前記第1の直径よりも大き  
い第2の直径を有する、請求項6に記載の処理システ

ム。

【請求項8】 前記本体部及び前記上板は透明な石英で  
作られている、請求項6に記載の処理システム。

【請求項9】 前記支持アセンブリは、石英製の円筒部  
及び前記基板を支持するためのエッジリングを備え、前  
記円筒部は前記エッジリングを支持しており、前記処理  
チャンバは、前記基板が前記支持アセンブリによって支  
持される場合に前記基板の下方に配置される反射板を備  
え、前記反射板、前記石英製円筒部、前記エッジリング  
及び前記基板が熱キャビティを形成し、前記反射板は、  
前記パージガスインジェクタが前記熱キャビティ内に貫  
通して突出する開口を備える、請求項5に記載の処理シ  
ステム。

【請求項10】 前記熱キャビティが更に、前記スリッ  
トと前記反射板との間に配置される石英製シールドを備  
え、前記石英製シールドは、前記パージガスインジェク  
タが貫通して延びるアパーチャを備える、請求項9に記  
載の気相処理システム。

【請求項11】 前記石英製円筒部及び前記反射板が、  
それらの間に前記熱キャビティからの前記パージガスを  
流出させるための隙間を設けている、請求項9に記載の  
処理システム。

【請求項12】 前記基板を熱処理するための前記基板  
上方に配置される熱源を更に備える、請求項9に記載の  
処理システム。

【請求項13】 前記環状の開口は、前記基板の中心軸  
から外れて配置されている、請求項5に記載の処理シ  
ステム。

【請求項14】 前記環状の開口は、前記基板の周縁部  
よりも前記中心軸の近くに配置されている、請求項13  
に記載の処理システム。

【請求項15】 前記処理チャンバは、前記パージガス  
が前記パージガスインジェクタから流れている間、前記  
支持アセンブリ及び前記基板を前記基板の中心軸回りに  
回転させるための回転機構を備えており、前記回転機構  
は、前記パージガスを前記基板の裏面に沿って外方に  
渦巻き状に流させるのに十分な速度で前記支持アセン  
ブリを回転させるようになっている、請求項5に記載の処  
理システム。

【請求項16】 前記回転機構は、前記エッジリングを  
少なくとも約30RPMの速度で回転させることが可能  
となっている、請求項15に記載の処理システム。

【請求項17】 基板を処理するための方法であって、  
基板の裏面が実質的に露出されるように処理チャンバ内  
に前記基板を支持すること、及び前記基板の前記裏面  
の下方に配置されるインジェクタの略環状のスリットから  
略半径方向外方にパージガスを流すこと、を含む、方  
法。

【請求項18】 前記流れるパージガスを前記基板の裏  
面によって前記基板の裏面に沿って外方に渦を巻く方向

に流させるのに十分な回転速度で回転させることを更に含む、請求項17に記載の方法。

【請求項19】 前記基板を加熱することを更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項20】 前記基板の表面上に処理ガスを流すことを更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項21】 前記インジェクタの前記スリットを反射板と前記基板との間の熱キャビティ内に配置させることを更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項22】 前記スリットを配置させることが、前記インジェクタを前記基板の中心軸から外れて配置させることを更に含む、請求項21に記載の方法。

【請求項23】 支持円筒部が前記熱キャビティの側壁となり、前記渦巻状に流れるパージガスが前記基板の周縁部に達する場合に前記パージガスを前記側壁に沿って下方に流させることを更に含む、請求項21に記載の方法。

【請求項24】 前記パージガスを下方に流させることが、前記パージガスを前記円筒部と前記リフレクタとの間に設けられる隙間を通して前記熱キャビティから流出させることを含む、請求項23に記載の方法。

【請求項25】 ディスク状の基板を処理チャンバ内で処理する方法であって、

回転アセンブリ上に前記基板を周縁部より支持すること、

前記基板の下方に配置されるインジェクタから略半径方向外方にパージガスを流し、前記インジェクタから流れる前記パージガスは前記基板に対して略平行に流れること、及び前記基板を前記回転アセンブリとともに前記パージガスが前記基板の裏面に沿って周縁部に向けて外方に渦を巻くのに十分な速度で回転させること、を含む方法。

【請求項26】 回転させることは、前記基板を少なくとも約30RPMの回転速度で回転させることを含む、請求項25に記載の方法。

【請求項27】 処理チャンバを備える気相処理システムにおける装置であって、

前記処理チャンバ内に基板を支持するように構成されかつ配置される回転自在な支持アセンブリであって、当該支持アセンブリがアクチュエータに接続される場合に前記基板を中心軸回りに回転させることが可能である支持アセンブリと、

回転する前記基板により前記パージガスが前記基板に対して略半径方向外方に流れるように前記基板が回転している間、前記基板の裏面上に前記パージガスを導くように構成されかつ配置される導管と、を備える装置。

【請求項28】 前記支持アセンブリは、少なくとも約90RPMの回転速度で前記基板を回転させることが可能となっている、請求項27に記載の装置。

【請求項29】 回転する前記基板により前記パージガ

スが前記基板に対して略半径方向外方に流れるように前記基板が回転している間、前記基板の表面に処理ガスを導くように構成されかつ配置される処理ガス導管を更に備える、請求項27に記載の装置。

【請求項30】 前記支持アセンブリは、基板を支持するエッジリングを備えており、前記エッジリングと前記基板の当接面は、前記基板のエッジリングの周囲に半径方向に流れるパージガスを導くように構成されかつ配置される、請求項27に記載の装置。

【請求項31】 基板を処理するためのシステムであって、

処理チャンバと、

前記処理チャンバ内で前記基板を支持するためのエッジリングと、

前記エッジリングを、前記処理チャンバの外側に配置されるアクチュエータに回転自在に接続するように構成されかつ配置される回転アセンブリと、を備え、

前記処理チャンバは、処理ガスを前記基板の表面に流すように構成されかつ配置される処理ガス導管と、前記基板が回転されている間、前記基板の裏面上にパージガスを流すように構成されかつ配置されるパージガス導管とを備える、システム。

【請求項32】 前記処理チャンバは、前記基板を熱処理するための前記基板上方に配置される熱源を備える、請求項31に記載のシステム。

【請求項33】 前記処理チャンバの底部、前記回転アセンブリ、前記エッジリング及び前記基板が協同して熱キャビティを形成する、請求項32に記載のシステム。

【請求項34】 前記回転アセンブリは、前記エッジリングを支持する円筒部を備え、前記円筒部は、上部ベアリング軌道輪によって支持され、この上部ベアリング軌道輪は、固定した下部ベアリング軌道輪に対してそれらの間のベアリングによって回転自在に結合され、前記上部ベアリング軌道輪は、当該上部ベアリング軌道輪及び円筒部を回転させるためのアクチュエータに磁気的に結合されるように構成されかつ配置される、請求項31に記載のシステム。

【請求項35】 前記回転アセンブリは、前記基板を中心軸回りに少なくとも約90RPMの回転速度で回転させるように構成されかつ配置される、請求項31に記載のシステム。

【請求項36】 前記エッジリングは、前記基板の周縁部近くで前記基板の前記裏面を支持するための上面を有する環状の柵部を備えており、前記柵部は、外方に流れるパージガスを前記周縁部を通して通過させるように構成されかつ配置されている、請求項31に記載のシステム。

【請求項37】 前記パージガス導管は、パージガスが通って流れるスリットを含むインジェクタを備えており、前記スリットは、前記基板が前記エッジリングで支

持される場合に前記基板によって画成される平面に平行に配置される、請求項31に記載のシステム。

【請求項38】 基板の裏面をバージガスでバージする方法であって、  
前記基板を中心軸回りに回転させるステップと、  
回転する前記基板の裏面上に前記バージガスを流すステップとを備え、  
回転する前記基板によって前記バージガスが、回転する前記基板に対して半径方向外方に流れるように促がされる、方法。

【請求項39】 回転する前記基板の表面上に処理ガスを流すことを更に備え、前記回転する基板によって前記処理ガスが半径方向外方に流れるように促がされる、請求項38に記載の方法。

【請求項40】 前記基板を回転させることが、少なくとも約90RPMの回転速度で前記基板を回転させることを更に含む、請求項38に記載の方法。

【請求項41】 前記バージガスを流すことが、不活性ガスを流すことを含む、請求項38に記載の方法。

【請求項42】 半径方向に流れる前記バージガスを、  
20 回転する前記基板の周縁部を通して導くことを更に含む、請求項38に記載の方法。

【請求項43】 導くことは、半径方向に流れる前記バージガスを、前記基板と前記基板を支持するエッジリングの当接面によって形成される複数の流路を通して導くことを含む、請求項42に記載の方法。

【請求項44】 導くことは、半径方向に流れる前記バージガスを前記基板の周縁部近くで実質的に軸方向に導くことを含む、請求項43に記載の方法。

【請求項45】 前記基板を回転させることは、回転するエッジリング上に前記基板を回転させることを含み、  
30 前記エッジリングの外側環状面により、前記流されるバージガス及び前記外方に流れる処理ガスが前記外側環状面から半径方向外方に更に流される、請求項42に記載の方法。

【請求項46】 前記バージガスを流すことは、前記基板の裏面から離隔配置されたプレートのアパーチャを通して前記バージガスを流すことを含む、請求項38に記載の方法。

【請求項47】 前記処理ガスを流している間に前記基板を加熱することを更に含む、請求項39に記載の方法。

【請求項48】 ディスク状の基板を処理チャンバ内で気相処理する方法であって、  
前記基板の周縁部近くで前記基板を支持する内側環状柵部をもったエッジリングを備える回転アセンブリ上に前記基板を支持するステップと、  
前記基板の裏面上にバージガスを流すステップと、  
前記基板の表面上に処理ガスを流すステップと、  
前記基板を前記回転アセンブリとともに回転させて、前  
50

記バージガス及び前記処理ガスを前記基板の周縁部に向けて半径方向外方に流すのを促進するステップと、を含む、方法。

【請求項49】 前記基板を回転させている間に前記基板を加熱するステップを更に含む、請求項48に記載の方法。

【請求項50】 前記回転させるステップは、少なくとも約90RPMの回転速度で前記基板を回転させることを含む、請求項48に記載の方法。

#### 10 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の背景】本発明は、一般には化学気相成長システムに関し、より詳細には高速熱処理(RTP)システムに関する。

【0002】薄膜を作製するための化学気相処理は、基板表面の性質を変化させるために、基板上に気相を通過させて基板上に薄膜を成長させたり、基板をエッチングしたり又は基板上の材料と反応させたりする。ここでいう諸種の基板には、超大規模集積回路(ULSI)用のウェハが含まれる。基板は、操作を最小限にする一方気相処理を促進し又は速めるためにRTPにかけられるときがある。RTPはいくつかの異なる処理をいい、高速熱アニーリング(RTA)、高速熱クリーニング(RTC)、高速熱化学気相成長(RTCVD)、高速熱酸化(RTO)及び高速熱窒化(RTN)を含む。

【0003】あるRTP処理では、ウェハは、窒素ガス(N<sub>2</sub>)雰囲気下で室温から数百℃の温度の処理チャンバ内に搬入される。ウェハの温度は、処理温度、通常は約600℃ないし1200℃の範囲の温度、まで上昇される。温度は、ウェハを放射線で加熱する多くのハロゲンランプを用いて上昇される。温度は、前もって調整された時間だけ安定化し、その後反応ガスが導入される。ガスは、温度を上昇させている間に導入されることもある。二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)の層を成長させるためには例えば酸素が導入される。

【0004】ウェハは、支持エッジリングの環状の柵部上でその底面の縁部を一回りして支持されることもある。ウェハの周縁部は露出されたままとされる。ウェハ上の化学反応によるガス状生成物はポンプシステムによって排気されるであろう。このようなシステムでは、反応ガスは、ウェハ及びエッジリングの縁部からこぼれる場合があったり又はウェハの下方領域に漏れるおそれもある。これは、ウェハを支持するエッジリングの欠陥又はエッジリングがウェハによって完全に覆われていないことによるものである。こぼれた処理ガスは、ウェハの周縁部、ウェハの裏面又はウェハの下方に配置された部品上に不均一な膜を堆積させる場合がある。また、これらの領域に熱ガスが存在すると、損傷や腐食の原因にもなる。また、堆積物が積もると剥がれ落ちるおそれがあり、処理チャンバを粒子で汚染することとなる。また、

ウェハの周縁部で堆積物が不均一であることは、次のウェハ処理にとって好ましいことではない。

【0005】ウェハの縁部や裏面に処理ガスが堆積するのを防止するための一つのアプローチは、ウェハ上面の一部を覆うエッジリングを用いることである。別のアプローチは、ウェハの裏面全体を均一に被覆して、剥がれにくいもっと安定した膜を形成することである。このためには、ウェハは、処理ガスが裏面に容易に堆積するようにピン上に支持される。

【0006】裏面に堆積させるのが好ましくない場合には、反応ガスが周縁部領域及び裏面領域に達するのを防止すべく不活性ガスによる様々なエッジ特有の (edge-specific) パージのうちの1つ又は別のものが用いられる。ある種のこのようなシステムは、パージガスをウェハ縁部に向けるための流路を組込んだサセアタを用いている。

【0007】縁部パージを有効に行うための現在の諸案は、パージガス流が弱すぎる場合に反応ガスから裏面を完全に隔離することができないことである。パージガス流が強いと、パージガスはウェハの表側にこぼれ、ウェハ周辺部で拡散又は対流により処理ガスと混合することがある。その結果ウェハの表面全体にわたって反応ガスが希釈されることにより、表面の周辺部付近で膜の堆積が不完全となり、それによってウェハ上で均一膜を有する使用可能な領域が減少する。

【0008】また、熱処理中に基板表面上で均一に処理されることも、均一なデバイスを製造する上で重要である。例えば、相補型金属酸化物半導体 (CMOS) のゲート絶縁体を RTO 又は RTN で形成する特定の分野においては、ゲート絶縁体の厚さ、成長温度及び均質性が、デバイス性能全体及び製造歩留りに影響を与える重要なパラメータとなる。現在、CMOS デバイスは、絶縁層で作られており、この絶縁層は、厚さが 60~80 オングストローム ( $10^{-10}\text{m}$ ) にすぎずその厚さに対する均一性は  $\pm 2$  オングストローム以内に維持されなければならない。このレベルの均一性を達成するためには、高温処理中に基板全体にわたる温度変動が数℃を越え得ないことが必要である。温度が均一であると、膜堆積、酸化物成長及びエッチングを含む処理工程に対して、基板に関する処理変数 (例えば、層の厚さ、抵抗率、エッチング深さ) が均一となる。更に、基板上に温度が均一であることは、反り、欠陥生成及びスリップのような熱応力誘起のウェハ損傷を防止するのに必要である。この種の熱応力は温度勾配に起因しており、温度勾配は温度を均一にすることで最小化される。ウェハは、高温処理中にわずかな温度のばらつきにも耐えることができないことが多い。従って、実施しうりいかなるパージ法も、処理中の温度均一性に悪影響を与えるものであってはならない。

【0009】

【発明の概要】本発明は、ウェハの裏面をパージするためのシステムを提供するものであり、このシステムは、改良されたパージガスインジェクタを備える。本発明による処理システムは、処理チャンバと、処理チャンバ内で基板を支持するように構成されかつ配置される支持アセンブリとを備える。この処理システムは、前記基板を熱処理するための基板上方に配置される熱源を更に備えてもよい。パージガスインジェクタは、基板が支持アセンブリによって支持される場合に基板の裏面の下方に配置される。パージガスインジェクタは、スリットを与える略環状の開口を備える。スリットは、基板によって画成される平面に略平行な方向で当該スリットから半径方向外方にパージガスを流すように構成されかつ配置される。

【0010】インジェクタは、上方に延びる流路と、上板及び前記本体部の上方に上板を配置させる支持構体とを備えてよく、スリットは、当該スリットに流路が開通した状態で本体部と上板との間に設けられる。本体部及び上板は透明石英で作られてもよい。本体部は更に、スリット及び上板を備える第1の直径をもった第1の部分と、第1の直径よりも小さい第2の直径をもった第2の部分とを更に備えてもよい。流路は、本体部の上部部分内にある上部流路と、上部流路とパージガス源に結合する当該流路の下端にある開口との間を結ぶ下部流路とを備えてもよい。

【0011】支持アセンブリは、石英製円筒部及び基板を支持するためのエッジリングを備えており、円筒部はエッジリングを支持している。処理チャンバは、基板の下方に配置される反射板を備えており、この反射板、石英製円筒部、エッジリング及び基板によって熱キャビティが形成される。反射板は、パージガスインジェクタが熱キャビティ内に貫通して突出する開口を備える。石英製円筒部及び反射板は、それらの間に熱キャビティから流出するパージガス用の隙間を設けてもよい。

【0012】インジェクタの環状の開口は、基板の中心軸から外れた位置、例えば基板の周縁部よりも中心軸に近い位置に配置されてもよい。

【0013】チャンバは、パージガスがパージガスインジェクタから流れている間、基板の中心軸回りに支持アセンブリ及び基板を回転させるための回転機構を備えてもよい。この回転機構は、パージガスを基板の裏面に沿って外方に渦を巻くように流させるのに十分な速度、例えば少なくとも約 30 RPM の速度で支持アセンブリを回転させるようになっていてもよい。

【0014】また、本発明は、基板を処理するための方法を提供するものであり、その方法は、基板の裏面が実質的に露出されるように処理チャンバ内で基板を支持すること、及び基板の裏面の下方に配置されるインジェクタの略環状のスリットから略半径方向外方にパージガスを流すことを含む。この方法は、流れるパージガスを基

板の裏面によって基板の裏面に沿って外方に渦を巻く方向に流させるのに十分な回転速度で回転させることを更に含んでもよい。また、この方法は、基板を加熱すること、及び基板の表面上に処理ガスを流すことを含んでもよい。

【0015】更に、この方法は、インジェクタのスリットを、反射板と基板との間の熱キャビティ内に基板の中心軸から側方に外れて配置させることを含んでもよい。支持円筒部は、熱キャビティの側壁となってもよい。この配置で、この方法は、渦巻状に流れるバージガスが基板の周辺部に達する場合にバージガスを側壁に沿って下方に流させ、次いでバージガスを円筒部と反射部との間に設けられる隙間を通して熱キャビティから流出させることを更に含んでもよい。

【0016】本発明の更に別の態様によれば、ディスク状の基板を処理チャンバ内で処理する方法は、回転アセンブリ上で基板を周縁部から支持すること、基板の下方に配置されるインジェクタから略半径方向外方にバージガスを流し、インジェクタから流れるバージガスは、基板に対して略平行に流れること、及び基板を回転アセンブリとともにバージガスを基板の裏面に沿って周縁部に向けて外方に渦巻き状に流させるのに十分な速度で回転させることを含む。

【0017】本発明は更に、処理チャンバを備える気相処理システムにおける装置を提供する。この装置は、処理チャンバ内に基板を支持するように構成されかつ配置される回転自在な支持アセンブリを備える。この支持アセンブリは、当該支持アセンブリがアクチュエータに結合される場合に基板を中心軸回りに少なくとも約90RPMの回転速度で回転させることが可能である。導管は、回転する基板によりバージガスが基板に対して略半径方向外方に流れるように基板が回転している間、基板の裏面上にバージガス流を向けるように構成されかつ配置される。

【0018】この装置は、回転する基板によりバージガスが基板に対して略半径方向外方に流れるように基板が回転している間、基板の表面上に処理ガス流を向けるように構成されかつ配置される処理ガス導管を更に備えてもよい。支持アセンブリは、基板を支持するエッジリングを備えてもよい。エッジリングと基板の当接面は、基板のエッジリングの周囲に半径方向に流れるバージガスを導くように構成されかつ配置されてもよい。

【0019】本発明の別の態様によれば、基板を処理するためのシステムは、処理チャンバと、処理チャンバ内で基板を支持するためのエッジリングと、エッジリングを処理チャンバの外部に配置されるアクチュエータに回転自在に結合するように構成されかつ配置される回転アセンブリとを備える。処理チャンバは、処理ガスを基板の表面上に流すように構成されかつ配置される処理ガス導管と、基板が回転されている間、基板の裏面上にバージ

ガスを流すように構成されかつ配置されるバージガス導管とを備える。処理チャンバは、基板を熱処理するための基板上方に配置される熱源を備えてもよい。処理チャンバの底部、回転アセンブリ、エッジリング及び基板は協同して熱キャビティを形成してもよい。

【0020】回転アセンブリは、エッジリングを支持する円筒部を備えてもよい。円筒部は、上部ベアリング軌道輪によって支持され、この上部ベアリング軌道輪は、固定した下部ベアリング軌道輪に両者間のベアリングによって回転自在に結合される。上部ベアリング軌道輪は、当該上部ベアリング軌道輪及び円筒部を回転させるためのアクチュエータに磁気的に結合されるように構成されかつ配置される。回転アセンブリは、基板を中心軸回りに少なくとも約90RPMの回転速度で回転させるように構成されかつ配置されてもよい。

【0021】エッジリングは、基板の周縁部近くで基板の裏面を支持するための上面を有する環状の柵部を備えてもよい。この柵部は、外方に流れるバージガスを周縁部を通して通過させるように構成されかつ配置される。

【0022】バージガス導管は、バージガスが通って流れるスリットを含むインジェクタを備えてもよい。スリットは、基板がエッジリングで支持される場合に基板によって画成される平面に平行に配置される。

【0023】また、本発明は、基板の裏面をバージガス、例えば不活性ガスでバージする方法を提供する。この方法は、基板を中心軸回りに例えば、少なくとも約90RPMの回転速度で回転させるステップと、回転する基板の裏面上にバージガスを流すステップとを含む。回転する基板によってバージガスが、回転する当該基板に対して半径方向外方に流れるように促される。バージガスは、基板の裏面から離隔配置されたプレートのアパーチャを通して流されてもよい。

【0024】この方法は、半径方向に流れるバージガスを、回転する基板の周縁部を通して導くことを更に含んでもよい。導くことは、半径方向に流れるバージガスを、基板と基板を支持するエッジリングとの当接面によって形成される複数の流路を通して導くことを更に含んでもよい。また、導くことは、半径方向に流れるバージガスを基板の周縁部近くで実質的に軸方向に導くことを含んでもよい。基板を回転させることは、回転するエッジリング上で基板を回転させることを含んでもよく、エッジリングの外側環状面により、流されるバージガス及び外方に流れる処理ガスが外側環状面から半径方向外方に流れるように更に促進される。

【0025】また、本発明は、ディスク状の基板を処理チャンバ内で気相処理する方法を提供し、この方法は、基板の周縁部近くで基板を支持する内側環状柵部をもったエッジリングを備える回転アセンブリ上に支持するステップと、基板の裏面上にバージガスを流すステップと、基板の表面上に処理ガスを流すステップと、基板を

11

回転アセンブリとともに回転させてパージガス及び処理ガスを基板の周縁部に向けて半径方向外方に流させるステップとを含む。基板は、この基板を回転させている間に加熱されてもよい。基板は、少なくとも約90RPMの回転速度で回転されてもよい。

【0026】本発明は、不要な堆積物の形成を防止するRTPチャンバにおいてウェハの裏面上にパージガスを流すための装置及び方法を提供する。この装置及び方法は、ウェハ温度に与える影響を最小限にするパターンでパージガスを注入する。また、この装置及び方法は、ウェハ裏面の高温測定による妨害を最小限にする。更に、この装置及び方法は、処理チャンバの処理領域の外側にある高感度の(sensitive)部品に反応ガスが流入することを防止する。

【0027】本発明の他の利点及び特徴は、図面及び特許請求の範囲を含めて、以下の説明から明らかになるであろう。

【0028】

【発明の実施の形態】各図面に示される同一の構成要素には同一の参照符号を付するものとする。

【0029】本発明は、熱化学処理チャンバ内で使用するためのパージガスインジェクタ、及び熱化学処理中に基板の裏面をパージするための方法に関する。あるタイプのRTP装置が、「基板の温度を測定するための方法及び装置("A Method And Apparatus For Measuring Substrate Temperatures.")」という題名で1994年12月19日に出願され、本発明の出願人に譲渡された米国特許出願第08/359302号に開示されており、本明細書において引用して組み入れられる。パージガスインジェクタは、ウェハの裏面下方に配置される円筒形の熱キャビティ内に配置される。ウェハ用の回転支持体は、ウェハをスピンさせてパージガスを渦巻状に拡がった流れをなしてウェハの裏面まで引き込む。以下に説明する諸態様のうちの一つの態様では、インジェクタは、ウェハと熱キャビティの底部にある反射板との間で、ウェハ面に略平行な方向で略半径方向外方にパージガスを流すものである。回転支持体の円筒壁と反射板の縁部との間に設けられた狭い環状の隙間を通して熱キャビティからパージガスを流出する実施態様についても以下に説明する。

【0030】図1を参照すると、基板10の裏面をパージする気相処理システムは、処理チャンバ14内に取り付けられた回転自在な回転支持構体12を備えている。反応ガス供給装置16は、調整された反応ガス流18を供給するものであり、反応ガスは、シャワーヘッド型のノズル20に形成されたアパーチャを通して基板10の表面22に向けられる。ガスは、エキゾースト24を通して排出される。チャンバ14の底部28、支持構体12及び基板10の裏面が共に空洞を画成する。パージガス供給装置30は、調整された非反応のパージガス32

12

を供給するものであり、パージガスは、チャンバ14の底部28にあるインジェクタ34を通して導入される。

【0031】表面22及び裏面26が回転すると、これらはそれぞれ反応ガス18及びパージガス32に半径方向外方の運動量を与える。回転速度が十分に大きいと、基板面22、26とガス18、32との相互作用によって、ガスは基板10の周縁部36に向けて半径方向外方に流れる。

【0032】次に、図2(a)及び(b)も参照すると、基板10は、エッジリング40の内側環状棚部38上に載置されている。この実施態様では、棚部38は平坦となっており、その上に基板が載置されている場合に基板裏面と環状棚部38との間に設けられうる隙間41内のパージガス流が著しく制限されるようになる。これにより領域41を通してどうにか流れる如何なるパージガスの速度も高まり、それによって、領域41を通してウェハの裏側領域内に流入する処理ガスに対して有効な障壁が形成される。

【0033】エッジリング40の外側環状部分44の上面42は、基板10の上面22とほぼ同じ高さにある。状況によっては、処理ガス及びパージガスが滑らかに外方に流れるのを妨害する上段部(upward step)又は下段部(downward step)を有することが好ましくないこともある。また、下段部により、処理ガスが基板の周縁部と容易に相互作用することもある。ガス18及び32と、回転する基板表面22及び外側環状部分の上面42とが相互に作用することによって、半径方向外方の運動量がガスに更に移される。ガス18及び32はいずれも半径方向外方に基板10の上面22から離れるように移動する。

【0034】半径方向外方の流れによって、基板上面22上でパージガス32と反応ガス18とが顕著に混合することが防止される。これにより、基板10の上面22の周辺部の外側で処理プロファイルがもっと均一になるように促進される。流れるパージガス32によって、反応ガス18が基板の周縁部36に流入できなくなり、それによって反応ガス18は、基板10の縁部36又は裏面26上に不要な膜を堆積させることができなくなる。

【0035】図3(a)には、パージガスを流さずに及び/又はウェハ10を回転させずにウェハ基板10上に形成される膜46aが概略的に示されている。膜46aは、ウェハ10の周縁部36上に延びておりかつ回り込んで裏面26上に延びている。膜のこれらの領域は通常、ウェハ10の上面22上に形成される膜より薄くなる。膜46aはこれらの領域から容易に剥がれ、それによって処理システムを汚染することがある。

【0036】図3(b)は、堆積処理中にパージガス32を流すが、パージガス32又は処理ガス18を半径方向外方に流させるのに十分な速度でウェハ10を回転させずに形成された第2の膜46bを示すものである。こ

13

の場合、ウェハ10の縁部36の近傍で、膜46bのプロファイルないしは厚さが小さくなり、それによってウェハ上面の使用可能な領域が減少する。

【0037】図3(c)は、堆積処理中にバジガス32を流すと共にバジガス32及び処理ガス18を半径方向外方に流させるのに十分な速度でウェハ10を回転させることで形成された第3の膜46cを概略的に示すものである。膜46cは、ウェハ10の縁部36付近でより均一なプロファイルを有しており、縁部36の周囲には延びていない。

【0038】図4には、本発明による変形されたシステムが示されている。特に、図4は、ディスク形状で直径12インチ(300ミリメートル(mm))のシリコン(Si)基板106を処理するための処理チャンバ100を示している。基板106は、チャンバ100の内側で基板支持構体108上に載せられ、基板106の直上に配置される加熱素子110によって加熱される。加熱素子110は放射線112を発生させ、放射線は基板の約25mm上方に配設されうる水冷式の石英窓アセンブリ114を通して処理チャンバ100に入る。基板106の下方には、リフレクタ102があり、これは略円筒形の基部を有する中央アセンブリ116上に載せられる。リフレクタ102は、アルミニウムで作られてもよく、高反射率の表面コーティング120を有してもよい。基板106の下面ないしは裏面107及びリフレクタ102の上面は、基板106の有効放射率(effective emissivity)を高めるための反射キャビティ118を形成する。

【0039】基板106とリフレクタ120との間隔は変えられてもよい。12インチシリコンウェハ用に設計される処理システムでは、基板106とリフレクタ120との距離は通常、約3mmないし20mmである。

【0040】基板106の局所領域106'の温度は、複数の温度プローブによって測定される。この実施態様は、実際には、基板106の異なる円弧部の温度を測定するようにリフレクタ102上で放射状に分配された8つの測定プローブを用いるが、図4には2つのプローブのみが示されている。温度プローブは、サファイア製光導体(light pipe)126を備えており、これは中央アセンブリ116の裏側からリフレクタ102の上部まで通る導管124内に挿入される。サファイア製の光導体126は、直径が約0.080インチであり、導管124は、当該導管124内に光導体を容易に挿入しうるようにわずかに大きくなっている。光導体126は、ファイバ光学部品(fiber optics)125によって高温計128に接続されている。高温計128は、公知の方法で測定された温度を表す信号を生成する。

【0041】処理領域130は、基板106の略上方に位置している。処理領域130では、またある程度はチャンバの他の諸領域でも、基板106上で化学反応を行

14

うのに、ランプ110による基板106の温度制御と関連した処理ガスが用いられる。これらの反応は、酸化、窒化、膜成長等を含むが、これらに限定されるものではない。処理ガス129は通常、処理領域130の上方又は側部に配置されるガスブリンガないしはシャワーヘッド(図1も参照)を通して処理領域130内に導入される。図4に示す実施態様においては、これらのガスは、側部のガス導入口132から導入される。このような処理及びデバイスの詳細は、「RTPチャンバ内にガスを導入する新規な方法("Novel Way of Introducing Gas into an RTP Chamber")」という題名で1991年10月24日に出願され本発明の出願人が所有する米国特許出願第5155336号に開示され、本明細書において引用して組み入れられる。必要に応じて、処理ガスは、排気ポート131を通して公知のデザインのポンプシステム133によってチャンバから送り出されたり、排出されたりしてもよい。

【0042】基板106は通常、より直径の大きいシリコンウェハである。他の材料からなるウェハが用いられてもよい。基板106の直径は少なくとも200mmであることが多いが、本発明は如何なるサイズの基板にも適用することができる。

【0043】適切な加熱素子110は、前述した米国特許出願第5155336号に開示されている。この加熱素子は、多くの光導体を用い、高度に平行にされたタングステン-ハロゲンランプからの放射線を処理チャンバ100に伝搬する。ランプは24のゾーンに分けられ、これは半径方向に対称に配置される。ゾーンは、高温計128から受ける信号に基づき、フィードバックシステムを備えたコントローラ111で個々に調整され、基板106の異なる領域の放射線加熱を制御させる。

【0044】中央アセンブリ116は、冷却ガス又は液体等の冷却材が循環するチャンバ146を含んだ循環回路を備えており、それによってリフレクタ102を冷却する。通常は約23℃の水が中央アセンブリ116を通して循環されてリフレクタ102の温度を加熱基板106の温度よりも十分低い温度(例えば、150℃以下)に保持する。

【0045】熱処理中、支持機構108は、少なくとも約90RPMの速度で回転されうる。従って、各プローブは、実際には基板106上の対応する環状リング領域の温度プロファイルをサンプリングする。図4に示されるように、基板を回転させる支持機構はエッジリング134を備えており、これは基板の外縁部を一回りして基板106に接触しており、それによってその外縁部の周りのわずかな環状領域を除き、基板106の裏面107全体を露出したままにする。エッジリング134は、半径方向に約0.75インチ(18mm)ないし約1.0インチ(2.5mm)の幅を有している。処理中に基板106の縁部で起こる熱不連続性(thermal discontinuity)



15

を最小にするために、エッジリング134は、基板106と同一又は類似の材料、例えばシリコン又はシリコンカーバイドで作られている。

【0046】エッジリング134は、回転自在な管状の石英製円筒部136上に載置され、これは高温計128の周波数領域で不透明にするためにシリコンでコーティングされている。石英円筒部136上のシリコンコーティングは、強度測定に悪影響を与えうる外部からの放射線を遮断するための隔壁として作用する。石英円筒部136の底部は、環状の上部ベアリング軌道輪142によ

って保持され、これは複数のボールベアリング138上に載置され、これらは固定された環状の下部ベアリング軌道輪140の内部に順をなして保持されている。ボールベアリング138は、操作中の粉体発生を低減するために窒化シリコンで作られてもよい。上部ベアリング軌道輪142はアクチュエータ（図示せず）に磁氣的に結合され、これは、熱処理中、円筒部136、エッジリング134及び基板106を操作速度で回転させる。

【0047】基板106及び支持アセンブリ108は、磁気浮上システム又は他の公知の装置によって回転されてもよい。この回転を達成する方法の1つが、「RTPチャンバ用の磁気浮上ロータシステム（Magnetically-Levitated Rotor System for an RTP Chamber）」という題名で本明細書とともに同日に出願され本願の出願人に譲渡された米国特許出願に開示され、これは本明細書において引用して組み入れられる。

【0048】バージガス147は、基板106の表面107とリフレクタ102との間に配置されたバージガスインジェクタ148を通してキャビティ118に供給される。バージガスインジェクタ148は、以下に詳細に説明され、中央アセンブリ116を貫通する通路152を通り導管151を経て調整バージガス供給装置150に接続されている。

【0049】図4について説明される実施態様では、インジェクタ148は、リフレクタ102の略中央に配置され、バージガス流147をキャビティ118内に向ける。インジェクタ148は、表面106に対し平均して略垂直にバージガスを向ける。

【0050】我々は、基板106を約20RPMの低い回転速度で回転させることにより、バージガス147が矢印149で示されるようにインジェクタ148を通して半径方向外方に導入されることを見出した。30~40RPMよりも大きい回転速度になると肯定的な結果が得られる。

【0051】別の実施態様では、インジェクタ148は、バージガス147を円錐状の流れパターンで上方にかつ半径方向外方に向けるように構成されてもよい。以下に詳細に説明する更に別の実施態様では、インジェクタは、基板106の表面に垂直な方向の成分を実質的に持たず、バージガスを略半径方向に向ける。もちろん、

16

本発明に適合しうる方法で裏面バージガス147を導入するための他のデバイスが当業者によって容易に実施されることは理解すべきことである。

【0052】円筒部136は、バージガス147がキャビティ118から、エッジリング134、円筒部136及びシールドリング154の間の環状領域内へ流出する通路を形成するように構成されてもよい。

【0053】図5及び6を参照すると、エッジリング134は、基板106を支持する棚部164を形成する内側部分と、円筒部136によって支持される外側部分166とを有している。前述の実施態様では、棚部164の表面は、ウェハの裏面によって接触される場合に良好なシールを形成すべく平坦となっている。しかし、この代替となる実施態様では、溝182が、棚部164の上面180に形成されている。溝182により、基板106とエッジリング134の支持棚部164との間でバージガス147をもっと容易に流すことを可能にする流路が与えられる。溝182の最外部は、円弧状の上向きベンド186を備えており、このベンドは、バージガス流147を基板106の周縁部168を通して軸方向に向いた流れで上方でかつ外方に流れるように向け直す。

【0054】図5には、16個の溝182が示されているが、より少ない数の溝が用いられてもよい。リングを一回りして相互に近接配置される溝が多くなると、半径方向外方のバージガス流がより均一となる。

【0055】エッジリング134の外側部分166の上面170は、基板106の上面と略同じ高さにある。

【0056】図7及び図8に示される別の実施態様では、上面170は、隆起した（elevated）稜ないしは仕切りを備えており、これらはバージガス147及び処理ガス129をエッジリング134から外方に遠ざかって移動させるのを補助するように構成される。各仕切り190は、溝182のうち関連する溝の上向きベンド186に隣接して配置されている。

【0057】また、エッジリング134は、石英製の円筒部136とともに遮光（light-tight）シールを形成するように設計されている。エッジリング134の底面から延びているのは、円筒状のリップ192であり、これは石英製円筒部136の内径よりもわずかに小さい外径を有しており、従ってリップは図示されるように円筒部内にはまって光シールを形成する。また、円筒部136の外面で光シールを形成するには、リップ192の外径はもっと大きくてもよい。

【0058】エッジリング134は、石英製円筒部136の半径よりも大きい外径を有しており、石英円筒部を越えて外側に拡張している。円筒部136を越えるエッジリング134の環状の拡張部は、その下に配置されるシールドリングとともに、迷光が反射キャビティ118

17

内に入るのを防止する隔壁として作用する。また、反射キャビティ118内に迷光が反射する可能性を更に低減するために、エッジリング134及びシールドリング154が加熱素子110で発生する放射線を吸収する材料（例えば黒又は灰色の材料）でコーティングされてもよい。

【0059】パージガスは、不活性ガス（例えばアルゴン）又は非反応性ガス（例えば窒素）でよいが、他種類のガスが用いられてもよい。ガスの選択は、チャンバ内で用いられる特別な材料やチャンバ内で行われる処理に依存する。例えばいくつかの状況下では、可能な堆積材料を純化するためのソースガス（例えば水素又は塩化水素）と反応するパージガスを用いるのが望ましい。

【0060】パージガスを導入するために特に有効な実施態様のインジェクタ148は、図9において変形されたRTPチャンバ200内に示されている。パージガスインジェクタ248を詳細に説明できるように、熱キャビティ118の中心軸201の片側に応じて半分の処理チャンバ200のみが示されている。また、この断面図には、光導体126、高温計128又は熱コントローラ111は示されていない。インジェクタ248は、熱キャビティの中心軸201から外れて配置されており、従って基板106の中心軸201から外れて配置されていることに注目すべきである。

【0061】図4について先に説明したチャンバ100のようなRTPチャンバ200は、回転自在な基板支持構体と、基板106上へ熱放射線112を向けるように配置された加熱素子110とを備えている。反射キャビティ118は、基板106、リフレクタ102、エッジリング134及び円筒部136で形成されている。処理領域130は、基板106とヒータ窓アセンブリ114との間に設けられている。回転機構は、支持構体108を回転させるようになっている。また、RTPチャンバ200は、透明石英製のリフレクタカバー204を備えており、これはリフレクタ102と基板106との間に配置されている。リフレクタカバー204は、「半導体処理チャンバ用のリフレクタカバー（"Reflector Cover For A Semiconductor Processing Chamber."）」という題名で同日に出願された共有出願に詳細に開示され、その開示の全体が本明細書において引用して組み入れられる。カバー204は、リフレクタ102の上方に、複数の支持体によって支持され、これらは、リフレクタ102又はチャンバの他の部品に接続される。図9に示される実施態様では、カバー204の支持体は、円筒ポスト206で与えられ、これはリフレクタ102に形成されるわずかに直径が大きくなった円筒状の中空部208内に置かれる。ポスト206は、リング、ピン、サスペンションなどを含む多くの他種類の結合構体に置き換えられてもよい。本実施態様では、リフレクタカバー204を支持するために4つのポスト206が与えられ、図

18

9にはそのうちの1つだけが示されている。

【0062】300mmウェハを処理するためのシステムでは、リフレクタ102は、基板106の約18mm下方にあり、カバー204は厚さが約2~3mmであり、リフレクタ102の約2~3mm上方でかつ基板106の底面の約10mm下方の距離にある。これらの距離は、カバー204上での熱負荷をつりあわせることなどを目的として選ばれる。このように、カバー204の温度は、カバー204上又はその下方のリフレクタ102上で堆積が最小となるように保持される。

【0063】インジェクタ248は、反射板102からカバー204に形成されたアパーチャ210を通して上方に延びている。次に、図10及び11も参照すると、インジェクタ248は、例えば、公知の方法で中央流路212と共に形成された略マッシュルーム形状の透明石英製プラグで形成されてもよい。また、インジェクタ248は、透明材料で作られる代わりに例えば金メッキされた金属のような高反射率材料で作られてもよい。インジェクタ248は、円筒状の底部214と、より大きい直径の円筒状上部216とを備えている。

【0064】中央流路212は、底部214のアパーチャ220から上部216内まで延びる円筒状の下部流路を備えている。下部流路218は、上部216内の直径の大きい上部流路222につながっている。上部流路222と連通する半径方向に延びるスリット224は、上部216の周囲約360°に延びている。上板226は、スリットソーでスリットを切った後に残る略三角形の小さいポスト228によって支持されている。図10及び11に示される実施態様では、3つの等間隔に配置されたポスト228があり、これらはスリット224を3分割し、それぞれ120°に延びている。ポスト228は、スリット224の円周度（circumferential extent）を最大にすべく、製造の容易性と両立するように可能な限り小さく作られる。

【0065】次に、図9及び12~14を参照すると、円筒状の底部214の直径は、熱リフレクタ102を貫通して延びる垂直穴230よりもわずかに小さくなっている。円筒状底部214の底面232は、スタンドオフ（stand-off）234の上部に載置（sit）されている。スタンドオフ234はアパーチャを有しており、これらは、リフレクタ102の底部の溝237及び中央支持体116の上部によって形成された水平流路236からのパージガス流をつなぐものである。水平流路236は、中央支持体116を貫通して延びる導管238に接続されている。チャンバ200の外部にある導管238の他端部は、調整されたパージガス（図示せず）の供給装置に接続するための管継手240を有してよく、又は他の公知の方法でパージガス供給装置に接続されてもよい。インジェクタ底部の外面とリフレクタ102との間では弾性オーリング242によりシールが形成される。

19

【0066】スタンドオフ234は環状の本体部244を有しており、これは、インジェクタ248の中央流路212の下部218と略同じ直径の中央通路246を有している。4つのパイ（pie）形状のポスト250は底面から加工される。

【0067】バージガスは、流路236からパイ形状のポスト250間の空間を通り、スタンドオフ234の中央流路246を通過して上方に向かい、インジェクタ248の中央流路212内に流れる。次いで、バージガスは、インジェクタ248を通過して上方に流れ、バージガスを略半径方向に流出する。これにより、回転する基板106の裏面107に略平行で略半径方向外方に向けられるバージガス流が生成される。

【0068】スリット224は基板に平行に配列され、従ってインジェクタ248の中央流路212からのパージガス流は、基板の裏面107に直接あたる直線状の視野方向（line-of-sight）の経路を全く持たないようにになっている。この配列によりインジェクタ248からのパージガス流が、基板106上の如何なる点を優先的に冷却するのを防止している。

【0069】本発明の他の実施態様について前述したように、基板106が回転すると、バージガスが基板の裏面107に向けて上方に引き込まれ、バージガスは、外方に渦を巻く方向に押し進められる。我々は、基板を約30〜40RPMの低い回転速度で回転させることによって肯定的な効果を見出したが、回転速度は、主として温度コントローラ111の熱フィードバックシステムの時定数によって決定される。基板106は、温度コントローラの1周期中に少なくとも1回転しなければならぬ。我々は、前述したシステムにおいて基板106は約75〜120RPMで回転されてよいが、もっと高い回転速度が用いられてもよく、基板106は、約85〜95RPMで回転されるのがもっと有利である。

【0070】図9について説明したシステムでは、インジェクタ248は、チャンバン200内における唯一のバージガス源である。キャビティ118の周辺部に達するとすぐに、渦巻き状のバージガス流は円筒部136の内面に沿って下方に曲がる。バージガスの中には、カバー204の上部又はカバー204とリフレクタ102との間の空間に沿ってインジェクタに向けて戻りうるものもある。しかし、キャビティ118の圧力を一定に保持するために、バージガスは、キャビティ118内にインジェクタ248から流入されるのと等しい流量で存在していなければならない。この外方の流れは、主として、固定したリフレクタ102と回転する円筒部136との間の環状の隙間を通して向けられる。図9について説明した実施態様では、エッジリング132は、その棚部と基板106との間にバージガスを除去するための流路を備えておらず、それによってエッジリング134と基板106との間でバージガスはほとんど逃げ出すことがな

20

くなる。隙間254は、例えば幅約0.1インチ(2.5mm)でよい。そこから、パージガスは、ベアリング軌道輪140、142とボールベアリング138との間、回転するベアリング軌道輪142とシールド154との間を流れ、円筒部136の外面に沿って流れ、そしてシールド154とエッジリング拡張部252との間を流れ、排気ポート256に向けて外部に流れる。例えばエッジリング134の欠陥のためにパージガスがキャビティ118から処理領域130に若干漏れる場合には、これらのガスは一緒に回転するエッジリング拡張部252に沿って引かれ、除去される。

【0071】磁気浮上回転機構を有する処理チャンバにおいて、キャビティ118から円筒部136とリフレクタ102との間の現状隙間を通してページガスを除去するための類似のシステムが用いられてもよい。このようなシステムは、「RTPチャンバ用の磁気浮上ロータシステム (Magnetically-Levitated Rotor System For An RTP Chamber)」という題名の前述した関連出願に開示されている。

【0072】前述したように、インジェクタ248は、リフレクタ102及び熱キャビティ118の中心軸201からわずかにずれて配置されている。正確な位置は、システムの設計特性に依存する。多重ランプRTPシステムにおけるインジェクタ248の最適配置のための要件のいくつかは次の通りである。インジェクタ248の存在により、インジェクタが配置される位置の近傍でウェハの温度プロファイルが乱されるため、回転するウェハの周辺部に向けてインジェクタ248を外側に移動させることが望ましい。そのようにして、ウェハの1カ所に加わる歪の影響が低減される。というのは、回転するウェハの外側領域が加熱素子110の多数のランプによって加熱され、周辺部近くで与えられるどの位置も、回転周期のわずかな部分の間を除き、インジェクタ248の影響を全く受けないからである。しかし、インジェクタ248がウェハの周辺部に向けて更に外側に配置されるにつれて、回転するウェハ106の裏面107に対するバジガス流は、より非対称になる。対称的な流れ（もちろんこれが望ましい）を達成するには、インジェクタ248は、それが温度プロファイルに大きな影響を与える中心にもっと近い位置に配置されるべきである。このようにして、これらの競合する2つの効果のバランスを取ることによって最適位置が決定され、最適位置は、より中心に近いが中心ではない、ということになるであろう。本実施態様では、インジェクタ248は、中心軸201から円筒部136までの距離の約20%~30%の位置に配置される。

【0073】インジェクタ248の高さに関しては、回転するウェハに対して有効なバージガス流を得るように、回転するウェハの裏面107にできる限り近い位置にスリット224を配置させることが望ましい。しか

10

20

30

40

50

21

し、インジェクタ248の上部226がウェハ106に近すぎる場合、インジェクタ248の上部226とウェハ106の裏面107との間の領域は、この領域でガスを入り込ませたりバージガス流に悪影響を与えたりする傾向がある。従って、競合する2つの効果のバランスを取ることによってインジェクタ248の最適高さが決定される。

【0074】300mmウェハを処理するための本システムでは、ウェハの裏面107は、反射板102の約18mm上方でよい。インジェクタ248は、長さが約0.8インチ(20mm)でよい。上板226を備えるインジェクタ上部216は、高さが約0.4インチ(10mm)で直径が約0.75インチ(19mm)でよい。インジェクタ底部214は、長さ約0.4インチ(10mm)で直径が約0.375インチ(9.5mm)でよい。スリット224は、幅が約15ミルズ(0.3mm)で、反射板102の約7mm上方に配置されてよい。リフレクタカバー204が用いられる場合、スリット224は、カバー204の上面より上方にわずかに高くなっていてよく、例えばカバー204の約1~2mm上方であってよい。スリットは、上板226の上部の約0.11インチ(3mm)下方に配置されてよい。下部流路218は、直径が約0.24インチ(6mm)でよく、上部流路は、直径が約0.51インチ(13mm)でよい。

【0075】インジェクタ248によってキャビティ118内に導入されるバージガスにより、基板106の裏面107に堆積が起こらない程度に連続した背圧が保持されることが確保される。このような構成のためには、適切なバージガス流速は、キャビティ118で大気圧の背圧をもった水素については約4~10リットル/分がよく、これはもちろん他の処理及びシステムの変数に依存する。ガス流速は、背圧が下がるにつれて一定の割合で低下される。適切な背圧は、約100ミリトルでよいが、この圧力は処理によって変化する。

【0076】我々は、RTPシステムにおけるインジェクタ148及び248を示したが、それらは本明細書で説明した背圧技術が有用になる如何なるシステムに用いてもよいことが理解されるべきである。

【0077】他の実施態様では、バージガスは、多数の注入ポート又はインジェクタを通してキャビティ118内に導入されてよい。注入ポートは、バージガスを基板106に平行に又は基板に向かう角度で向けられてよい。バージガスをキャビティ118内に導入する方法にかかわらず、基板106が回転すると、バージガスを基板の裏面107に沿って半径方向外方に渦巻き状にするポンパ動作が与えられる。

【0078】また、処理ガス及びバージガスがチャンバから、支持構体の周囲に分布されうる多数の排気ポートを通して除去される。

22

【0079】本発明は、基板が典型的にディスク状の半導体である半導体製造プロセスにおいて特に有用であるが、我々は、「基板」という語を広く気相処理チャンバ内で処理される如何なる目的物をも含むように意図する。例えば、「基板」という語は、半導体ウェハ、フラットパネルディスプレイ、ガラス板又はディスクを含む。

【0080】更に、「気相処理システム」という語は、広く基板の表面がその表面上に処理ガスを流すことで変えられる如何なる処理をも含むように意図される。これは、CVDシステム、RTCVDシステム、RTOシステム、RTNシステムその他現在公知であるか又は開発されているかもしれない気相処理システムを含む。

【0081】我々は、シャワーヘッドを用いかつ放射状に対称的なガス流を生成する表面ガスインジェクションシステムを含むようなシステムについて説明したが、本発明は、図2の矢印18aで示されるようなガス流を生成する側部インジェクションシステムの場合にも作用する。

【0082】他の諸実施態様は、本発明の範囲内にある。

【図面の簡単な説明】

【図1】回転裏面バージを利用する気相処理システムを図解した断面の側面図である。

【図2】(a)及び(b)は、基板及び支持構体を部分的に図解した断面側面図であり、(a)は反応ガス流がなく基板が回転していない場合のガス流パターン、(b)は反応ガスが基板の表面に向かって流されると共に基板が回転される場合のガス流パターンを示す。

【図3】(a)~(c)は、異なる条件下におけるウェハの周縁部付近での堆積プロファイルを概略的に示す。

【図4】本発明を実施するRTPシステムの断面の側面図である。

【図5】エッジリングの平面図である。

【図6】図5の6-6線に沿った断面図であり、基板は陰影で示されている。

【図7】エッジリングの別の実施態様の平面図である。

【図8】図7の8-8線による断面図であり、基板は陰影で示されている。

【図9】本発明によるバージガスインジェクタを備えたRTPシステムの別の実施態様の一部の断面側面図である。

【図10】図9に示したバージガスインジェクタの10-10線に沿った断面図である。

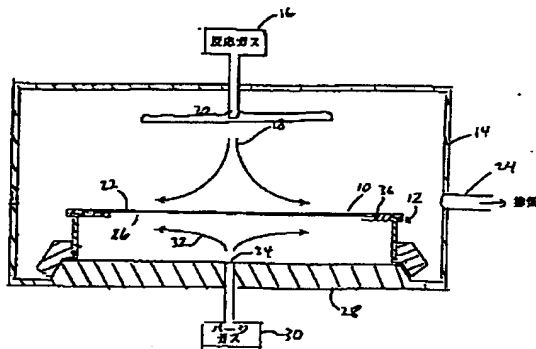
【図11】図10の11-11線を通る断面図である。

【図12】図9~11に示したバージガスインジェクタをバージガスが通過可能となっているスタンドオフの底面図である。

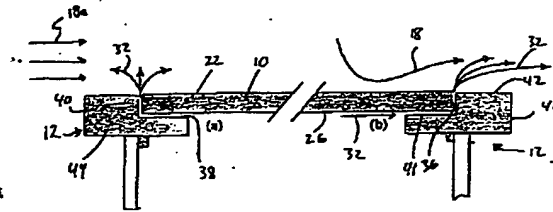
【図13】図12の13-13線に沿った断面図である。

【図14】図12の14-14線に沿った断面図である。

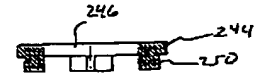
【図1】



【図2】

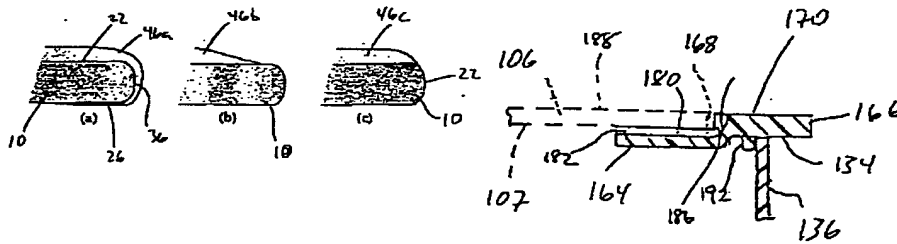


【図3】

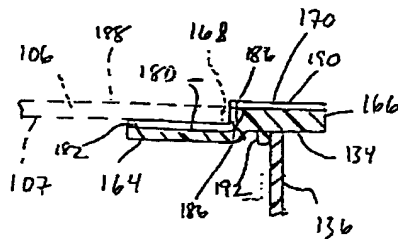


【図6】

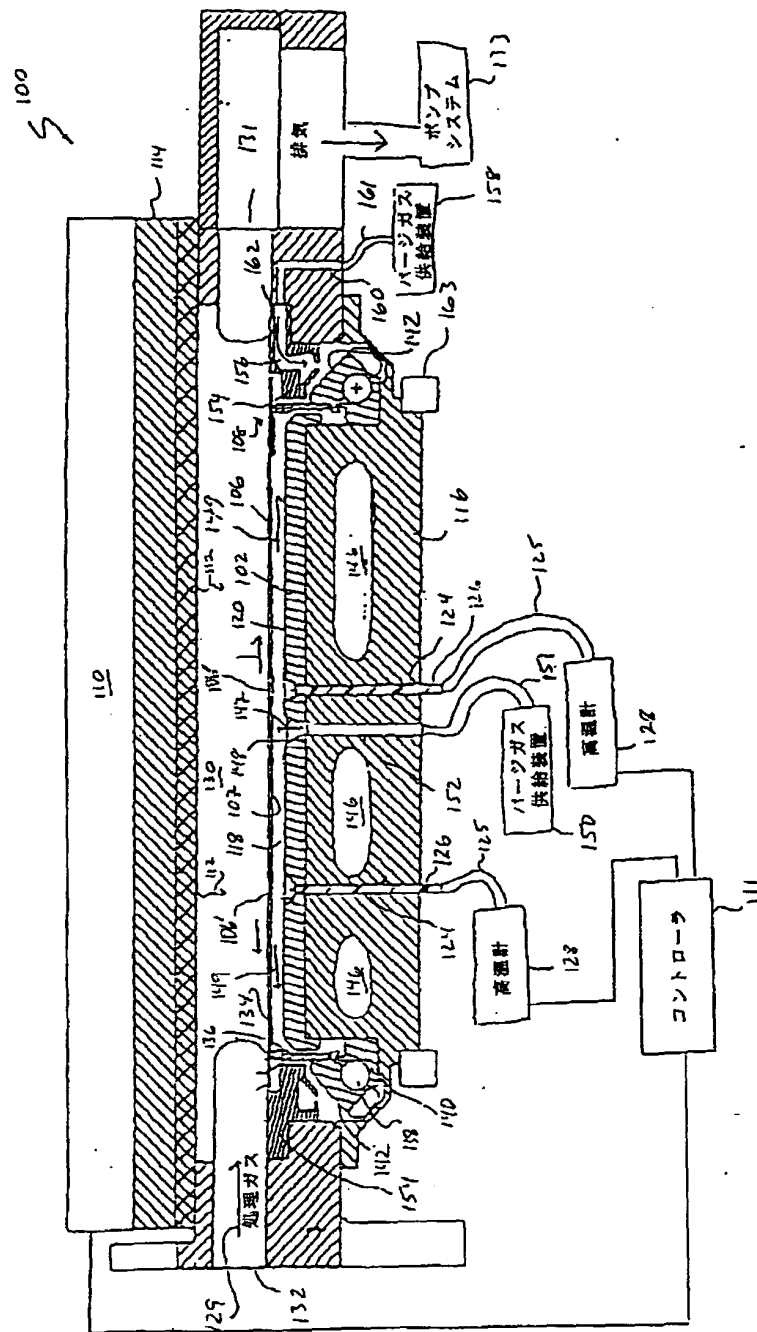
【図8】



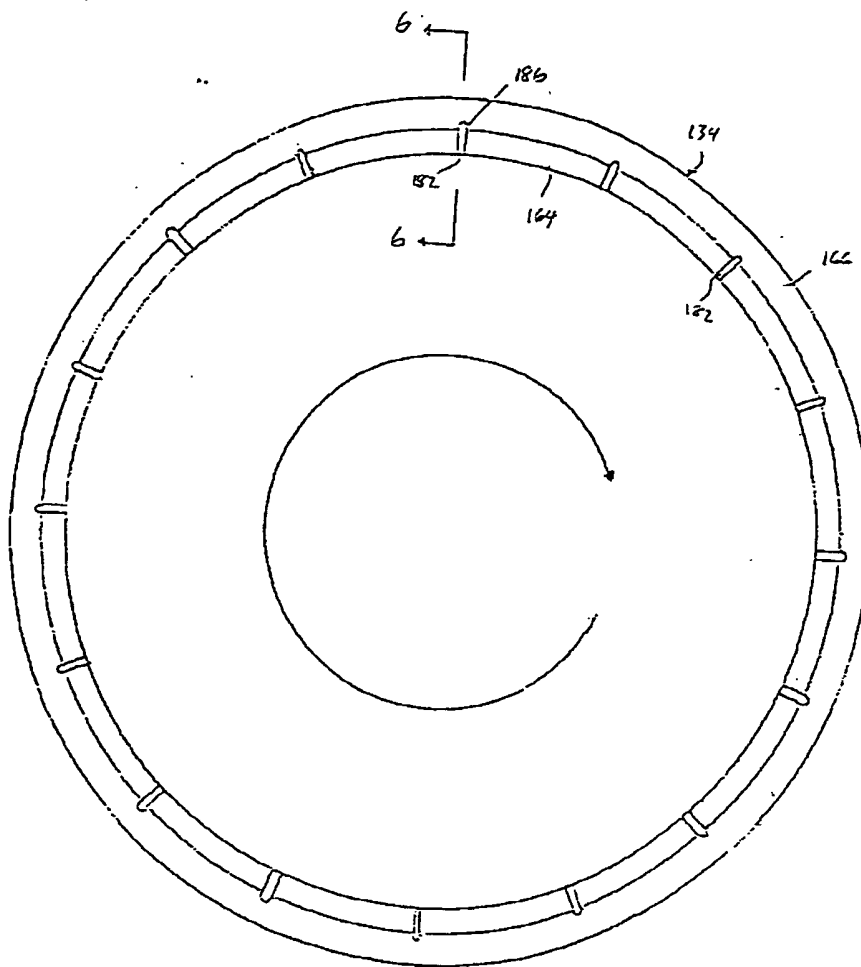
【図8】



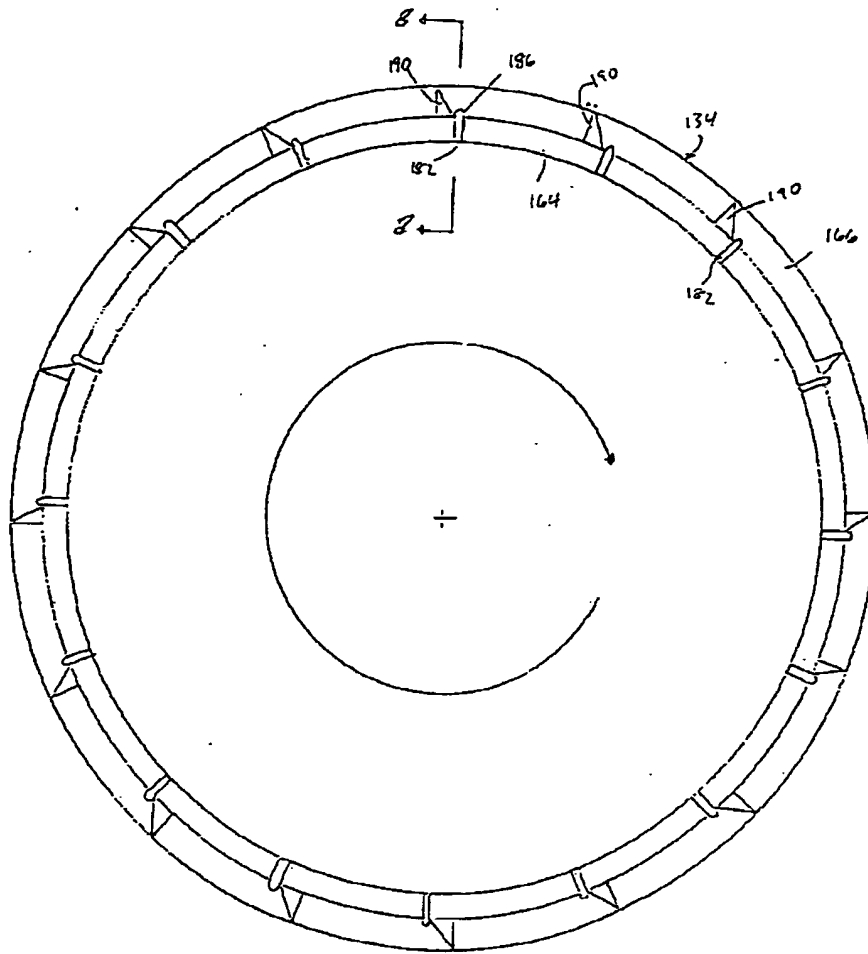
【図4】



【図5】

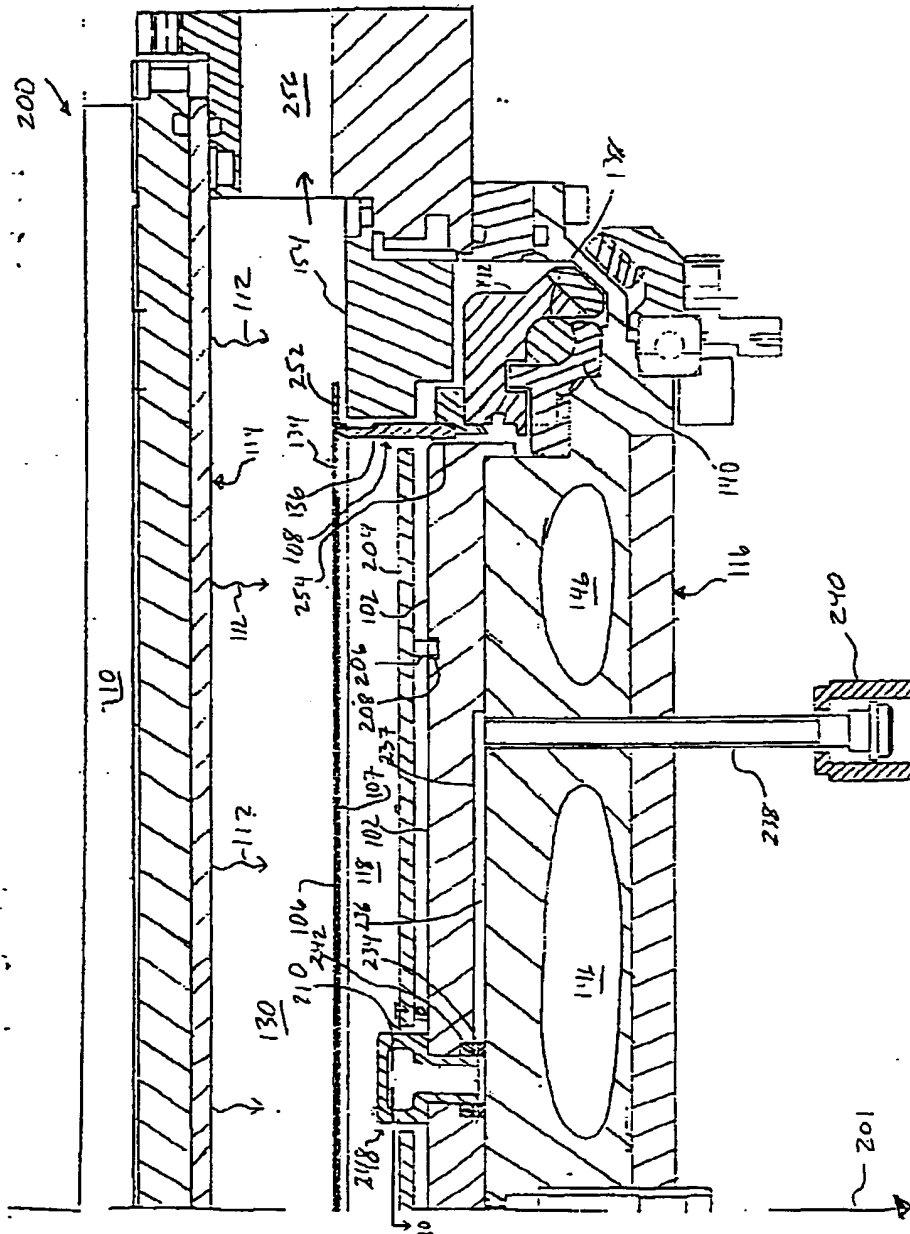


【図7】





【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ベンジャミン バイアマン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
ミルピタス、チューボン アヴェニュー  
1321

(72)発明者 メアディス ジェーン ウィリアムズ  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サンタクララ、ビー・オー・ボックス  
5654

(72)発明者 ブライアン ハース  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
サン ノゼ、 ジョセフ レーン 5363

(72)発明者 デイヴィッド ステファン バランス  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
クバティノ、 エレンダ ドライヴ  
20862

(72)発明者 ジェイムズ ヴイ、 タイツ  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、  
フリーモント、 レイノルズ ドライヴ  
36712

## 【外国語明細書】

## 1 Title of Invention

METHOD AND APPARATUS FOR PURGING THE BACK SIDE OF  
A SUBSTRATE DURING CHEMICAL VAPOR PROCESSING

## 2 Claims

1. A purge gas injector for a processing system that includes a process chamber, the purge gas injector comprising a substantially annular-shaped opening providing a slit structured and arranged to direct a flow of purge gas about radially outward therefrom approximately parallel to a plane defined by a substrate, wherein the substrate is supported in the process chamber above the purge gas injector.

2. The purge gas injector of claim 1, further comprising:  
a body comprising an upward extending channel;  
a top plate; and  
support structure positioning said top plate above said body, said slit being provided between said body and said top plate with said channel opening to said slit.

3. The purge gas injector of claim 2, wherein said body and said top plate are fabricated of transparent quartz.

4. The purge gas injector of claim 2, wherein said body further comprises:  
a first part, which includes said slit and said top plate, being of a first diameter;  
a second part being of a second diameter that is smaller than the first diameter; and

整理番号=P 97 AM-087

said channel including an upper channel portion within said first part of said body and a lower channel portion connecting between said upper channel portion and an opening at a bottom end of said channel, wherein said upper channel portion has a larger diameter than said lower channel portion.

5. A processing system comprising:  
a process chamber;  
a support assembly within the process chamber being structured and arranged to support a substrate; and  
a purge gas injector positioned below a backside of said substrate when said substrate is supported from said support assembly, said purge gas injector including a substantially annular-shaped opening providing a slit, which is structured and arranged to direct a flow of purge gas about radially outward from said slit in a direction approximately parallel to a plane defined by said substrate.

6. The processing system of claim 5, wherein said purge gas injector further includes:

a body comprising an upward extending channel, a lower end of said channel coupling to a source of purge gas;

a top plate; and  
support structure positioning said top plate above said body, said slit being provided between said body and said top plate with an upper portion of said channel opening to said slit.

7. The processing system of claim 6, wherein said lower end of said channel has a first diameter, and said upper end of said channel has a second diameter being larger than said first diameter.

整理番号=P97AM-087

8. The processing system of claim 6, wherein said body and said top plate are fabricated of transparent quartz.

9. The processing system of claim 5, wherein said support assembly includes a quartz cylinder and an edge ring for supporting said substrate, said cylinder supporting said edge ring, wherein said process chamber includes a reflector plate positioned below said substrate when said substrate is supported by said support assembly, wherein a thermal cavity is provided by said reflector plate, said quartz cylinder, said edge ring and said substrate, and wherein said reflector plate includes an opening through which said purge gas injector protrudes into said thermal cavity.

10. The vapor processing system of claim 9, wherein said thermal cavity further comprises a quartz shield positioned between said slit and said reflector plate, said quartz shield including an aperture through which said purge gas injector extends.

11. The processing system of claim 9, wherein said quartz cylinder and said reflector plate provide a gap therebetween for the outflow of said purge gas from said thermal cavity.

12. The processing system of claim 9, further comprising a heat source positioned above the substrate for thermal processing the substrate.

13. The processing system of claim 5, wherein said annular-shaped opening is positioned off of a central axis of said substrate.

整理番号=P97AM-087

14. The processing system of claim 13, wherein said annular-shaped opening is positioned closer to said central axis than to a peripheral edge of said substrate.

15. The processing system of claim 5, wherein said process chamber further includes a rotation mechanism to rotate said support assembly and said substrate about a central axis of said substrate while said purge gas is flowing from said purge gas injector, wherein said rotation mechanism is adapted to rotate said support assembly at a rate sufficient to impel said flow of purge gas to flow spirally outward along the backside of said substrate.

16. The processing system of claim 15, wherein said rotation mechanism is capable of rotating said edge ring at a rate of at least about 30 RPM.

17. A method for processing a substrate, comprising:

supporting a substrate within a process chamber such that a backside of the substrate is substantially exposed; and

flowing a purge gas in a substantially outwardly radial direction from a substantially annular-shaped slit of an injector positioned below the backside of the substrate.

18. The method of claim 17, further comprising rotating the substrate at a rotation speed sufficient to cause said flowing purge gas to be impelled by said substrate backside in an outward spiralling direction along said backside.

19. The method of claim 18, further comprising heating the substrate.

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

20. The method of claim 18, further comprising flowing a process gas on a front side of the substrate.

21. The method of claim 18, further including positioning the slit of the injector within a thermal cavity between a reflector plate and the substrate.

22. The method of claim 21, wherein positioning the slit includes positioning said injector off of a central axis of the substrate.

23. The method of claim 21, wherein a support cylinder provides a side wall of the thermal cavity, the method further including causing the purge gas to flow downward along the side wall when said spirally flowing purge gas reaches a periphery of the substrate.

24. The method of claim 23, wherein causing the purge gas to flow downward includes causing the purge gas to flow out of the thermal cavity through a gap provided between the cylinder and the reflector.

25. A method of processing a disk-shaped substrate in a process chamber, comprising:

supporting the substrate from a peripheral edge on a rotation assembly;

flowing a purge gas approximately radially outward from an injector positioned below the substrate, the purge gas flowing from the injector flowing approximately parallel to the substrate; and

rotating the substrate with the rotation assembly at a speed sufficient to cause the purge gas to

整理番号=P 97 AM-087

spiral outward along a backside of the substrate towards the peripheral edge.

26. The method of claim 25, wherein rotating includes rotating the substrate at a rotational speed of at least approximately 30 RPM.

27. An apparatus in a vapor processing system which includes a process chamber, comprising:

a rotatable support assembly structured and arranged to support a substrate within the process chamber, the support assembly being capable of rotating the substrate about a central axis when coupled to an actuator; and

a conduit structured and arranged to direct a flow of purge gas over a backside of the substrate while the substrate is rotating such that the rotating substrate causes the purge gas to flow radially outward relative to the substrate.

28. The apparatus of claim 27, wherein the support assembly is capable of rotating the substrate at a rotational speed of at least approximately 90 RPM.

29. The apparatus of claim 27, further comprising a process gas conduit structured and arranged to direct a flow of process gas over a front side of the substrate while the substrate is rotated such that the rotating substrate causes the process gas to flow radially outward relative to the substrate.

30. The apparatus of claim 27, wherein the support assembly includes an edge ring supporting the substrate, confronting surfaces of the edge ring and the substrate



整理番号=P 97 AM-087

being structured and arranged to channel the radially flowing purge gas around a peripheral edge of the substrate.

31. A system to process a substrate, comprising:  
a process chamber;  
an edge ring to support the substrate within the process chamber;  
a rotation assembly structured and arranged to rotatably couple the edge ring to an actuator located outside the process chamber; and  
wherein the process chamber includes a process gas conduit structured and arranged to flow a process gas over a front side of the substrate, and a purge gas conduit structured and arranged to flow a purge gas over a backside of the substrate while the substrate is rotated.

32. The system of claim 31, wherein the process chamber includes a heat source positioned above the substrate for thermal processing the substrate.

33. The system of claim 32, wherein the bottom of the process chamber, the rotation assembly, the edge ring and the substrate cooperatively form a thermal cavity.

34. The system of claim 31, wherein the rotation assembly includes a cylinder supporting the edge ring, the cylinder being supported by an upper bearing race which is rotatably coupled to a stationary lower bearing race by bearings therebetween, the upper bearing race being structured and arranged to be magnetically coupled to the actuator for rotating the upper bearing race and the cylinder.

整理番号=P97AM-087

35. The system of claim 31, wherein the rotation assembly is structured and arranged to rotate the substrate about a central axis at a rotational speed of at least approximately 90 RPM.

36. The system of claim 31, wherein the edge ring includes an annular ledge having an upper surface to support the backside of the substrate near a peripheral edge of the substrate, the ledge being structured and arranged to allow passage of outwardly flowing purge gas past the peripheral edge.

37. The system of claim 31, wherein the purge gas conduit comprises an injector which includes a slit through which the purge gas flows and wherein the slit is disposed parallel to a plane defined by the substrate when said substrate is supported by said edge ring.

38. A method of purging a backside of a substrate with a purge gas, comprising the steps of:

- rotating the substrate about a central axis;
- flowing the purge gas over the backside of the rotating substrate; and

- wherein the rotating substrate urges the purge gas to flow in an outward radial direction relative to the rotating substrate.

39. The method of claim 38, further comprising flowing a process gas over a front side of the rotating substrate, wherein the rotating substrate urges the process gas to flow in the outward radial direction.

整理番号=P 9 7 A M - 0 8 7

40. The method of claim 38, wherein rotating the substrate includes rotating the substrate at a rotational speed of at least approximately 90 RPM.
41. The method of claim 38, wherein flowing the purge gas comprises flowing an inert gas.
42. The method of claim 38, further comprising channelling the radially flowing purge gas past a peripheral edge of the rotating substrate.
43. The method of claim 42, wherein channelling includes channelling the radially flowing purge gas through a plurality of flow paths that are provided by confronting surfaces of the substrate and an edge ring supporting the substrate.
44. The method of claim 43, wherein channelling comprises directing the radially flowing purge gas in a generally axial direction near a peripheral edge of the substrate.
45. The method of claim 42, wherein rotating the substrate includes rotating the substrate on a rotating edge ring, an outer annular surface of the edge ring further urging the channeled purge gas and the outwardly flowing process gas to flow radially outward therefrom.
46. The method of claim 38, wherein flowing the purge gas comprises flowing the purge gas through an aperture in a plate spaced from the backside of the substrate.

整理番号=P 97AM-087

47. The method of claim 39, further comprising heating the substrate while flowing the process gas.

48. A method of vapor processing a disk-shaped substrate in a process chamber, comprising the steps of:

supporting the substrate on a rotation assembly, the rotation assembly including an edge ring having an inner annular ledge supporting the substrate near the substrate's peripheral edge;

flowing a purge gas over a backside of the substrate;

flowing a process gas over a front side of the substrate; and

rotating the substrate with the rotation assembly to urge the purge gas and the process gas radially outward toward the substrate's peripheral edge.

49. The method of claim 48, further including the step of heating the substrate while rotating the substrate.

50. The method of claim 48, wherein the rotating step includes rotating the substrate at a rotational speed of at least approximately 90 rpm.

### 3 Detailed Description of Invention

#### Background of the Invention

The invention relates generally to chemical vapor deposition systems, and more particularly to rapid thermal processing (RTP) systems.

Chemical vapor processes for thin film fabrication pass a vapor over a substrate to either grow a film on the substrate, etch the substrate, or otherwise react with a

整理番号=P 97 AM-087

material on the substrate to change the character of the substrate surface. The types of substrates referred to here include wafers for ultra-large scale integrated (ULSI) circuits. The substrate is sometimes subjected to RTP to facilitate or speed vapor processing while minimizing handling. RTP refers to several different processes, including rapid thermal annealing (RTA), rapid thermal cleaning (RTC), rapid thermal chemical vapor deposition (RTCVD), rapid thermal oxidation (RTO), and rapid thermal nitridation (RTN).

In one RTP process, wafers are loaded into a processing chamber at room temperature to several hundred degrees Celsius in a nitrogen ( $N_2$ ) gas ambient atmosphere. The temperature of the wafer is ramped to a process temperature, usually in the range of about 600°C to 1200°C. The temperature is raised using a large number of halogen lamps which radiatively heat the wafer. The temperature stabilizes over a pre-set time period, and reactive gases are introduced. The gas may be introduced while ramping the temperature. For example, oxygen may be introduced for growing a layer of silicon dioxide ( $SiO_2$ ).

The wafer is sometimes supported around the periphery of its bottom side on an annular-shaped ledge of a supporting edge ring. The wafer's peripheral edge is left exposed. Gaseous products of the chemical reactions on the wafer are expected to be exhausted via a pumping system. In such a system, the reactive gases can spill over the edge of the wafer and edge ring, or may leak to the region below the wafer due to imperfections in the edge ring supporting the wafer or due to incomplete coverage of the edge ring by the wafer. The spilled-over process gasses can deposit a non-uniform film on the peripheral edge of the wafer, on its backside, or on components located below the wafer. The

整理番号=P97AM-087

presence of hot gases in these regions can also cause damage and corrosion. Accumulated deposits may also flake off, contaminating the process chamber with particles. Also, non-uniform depositions around the edge of the wafer are undesirable for subsequent wafer processing.

One approach to inhibit the process gases from depositing on the edge or backside is to use an edge ring that covers a portion of the upper surface of the wafer. Another approach is to coat the entire backside of the wafer uniformly to produce a more stable film less likely to flake. To this end, the wafer is supported on pins so that the process gases can easily deposit on the backside.

In those cases where depositing on the backside is undesirable, one or another of a variety of edge-specific purges with inert gases are used to prevent reactive gases from reaching the edge and backside areas. One type of such a system uses a susceptor with built-in channels for directing purge gas flows to the edge of the wafer.

Current schemes for providing effective edge purging may incompletely isolate the backside from reactive gases if the flow of purge gas is too weak. If the purge gas is flowed more strongly, it can spill over the front side of the wafer and mix with the process gas at the periphery of the wafer by diffusion or by convection. The resulting dilution of reactive gases over the front side of the wafer leads to incomplete film deposition near the periphery of the front side, thereby reducing the usable area having a uniform film on the wafer.

The uniformity of the process over the surface of the substrate during thermal processing is also critical to producing uniform devices. For example, in the particular application of complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) gate dielectric formation by RTO or RTN, thickness,

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

growth temperature, and uniformity of the gate dielectrics are critical parameters that influence the overall device performance and fabrication yield. Currently, CMOS devices are being made with dielectric layers that are only 60-80 Angstroms ( $10^{-10}$ m) thick and for which thickness uniformity must be held within  $\pm 2$  Å. This level of uniformity requires that temperature variations across the substrate during high temperature processing cannot exceed a few degrees Celsius. Temperature uniformity provides uniform process variables on the substrate (e.g., layer thickness, resistivity, etch depth) for process steps including film deposition, oxide growth and etching. In addition, temperature uniformity across the substrate is necessary to prevent thermal stress-induced wafer damage such as warpage, defect generation and slip. This type of thermal stress is caused by thermal gradients which are minimized by temperature uniformity. The wafer often cannot tolerate even small temperature differentials during high temperature processing. Therefore, any viable purge scheme should not adversely affect temperature uniformity during processing.

#### Summary of the Invention

The invention provides a system for purging the backside of the wafer, including an improved purge gas injector. A processing system according to the invention includes a process chamber and a support assembly within the process chamber being structured and arranged to support a substrate. The processing system may further include a heat source positioned above the substrate for thermal processing the substrate. A purge gas injector is positioned below a backside of the substrate when the substrate is supported from the support assembly. The purge gas injector includes a substantially annular-shaped opening providing a slit. The slit is structured and arranged to direct a flow of purge gas about radially outward therefrom in a direction

整理番号=P 9 7 A M - 0 8 7

approximately parallel to a plane defined by the substrate.

The injector can include a body having an upward extending channel, a top plate, and support structure positioning the top plate above the body, wherein the slit is provided between the body and the top plate with the channel opening to the slit. The body and top plate can be fabricated of transparent quartz. The body may further include an upper part, which includes the slit and the top plate, being of a first diameter, and a lower part being of a second diameter that is smaller than the first diameter. The channel may include an upper channel portion within the upper part of the body, and a lower channel portion connecting between the upper channel portion and an opening at a bottom end of the channel that couples to a source of purge gas.

The support assembly can include a quartz cylinder and an edge ring for supporting the substrate, wherein the cylinder supports the edge ring. The process chamber can include a reflector plate positioned below the substrate, wherein a thermal cavity is provided by the reflector plate, the quartz cylinder, the edge ring and the substrate. The reflector plate includes an opening through which the purge gas injector protrudes into the thermal cavity. The quartz cylinder and the reflector plate can provide a gap therebetween for the purge gas to flow out from the thermal cavity.

The injector's annular-shaped opening can be positioned off of a central axis of the substrate, for example, closer to the central axis than to a peripheral edge of the substrate.

The chamber may include a rotation mechanism to rotate the support assembly and the substrate about a central axis of the substrate while the purge gas is flowing



整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

from the purge gas injector. The rotation mechanism can be adapted to rotate the support assembly at a rate sufficient to impel the flow of purge gas to flow spirally outward along the backside of said substrate, for example, at a rate of at least about 30 RPM.

The invention also provides a method for processing a substrate, including supporting the substrate within a process chamber such that a backside of the substrate is substantially exposed, and flowing a purge gas in a substantially outwardly radial direction from a substantially annular-shaped slit of an injector positioned below the backside of the substrate. The method may further include rotating the substrate at a rotation speed sufficient to cause the flowing purge gas to be impelled by the substrate backside in an outward spiralling direction along the backside. The method may also include heating the substrate, and flowing a process gas on a front side of the substrate.

The method can additionally include positioning the slit of the injector within a thermal cavity between a reflector plate and the substrate, and laterally off of a central axis of the substrate. A support cylinder can provide a side wall of the thermal cavity. With this arrangement, the method can further include causing the purge gas to flow downward along the side wall when the spirally flowing purge gas reaches a periphery of the substrate, and then to flow out of the thermal cavity through a gap provided between the cylinder and the reflector.

According to yet another aspect of the invention, a method of processing a disk-shaped substrate in a process chamber, includes supporting the substrate from a peripheral edge on a rotation assembly, flowing a purge gas approximately radially outward from an injector positioned below the substrate, the purge gas flowing from the injector flowing approximately parallel to the substrate, and

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

rotating the substrate with the rotation assembly at a speed sufficient to cause the purge gas to spiral outward along a backside of the substrate towards the peripheral edge.

The invention further provides an apparatus in a vapor processing system which includes a process chamber. The apparatus includes a rotatable support assembly structured and arranged to support a substrate within the process chamber. The support assembly is capable of rotating the substrate about a central axis at a rotational speed of at least approximately 90 RPM when coupled to an actuator. A conduit is structured and arranged to direct a flow of purge gas over a backside of the substrate while the substrate is rotating such that the rotating substrate causes the purge gas to flow radially outward relative to the substrate.

The apparatus may further include a process gas conduit structured and arranged to direct a flow of process gas over a front side of the substrate while the substrate is rotated such that the rotating substrate causes the process gas to flow radially outward relative to the substrate. The support assembly may include an edge ring supporting the substrate. Confronting surfaces of the edge ring and the substrate can be structured and arranged to channel the radially flowing purge gas around a peripheral edge of the substrate.

According to another aspect of the invention, a system to process a substrate includes a process chamber, an edge ring to support the substrate within the process chamber, and a rotation assembly structured and arranged to rotatably couple the edge ring to an actuator located outside the process chamber. The process chamber includes a process gas conduit structured and arranged to flow a process gas over a front side of the substrate, and a purge

整理番号=P97AM-087

gas conduit structured and arranged to flow a purge gas over a backside of the substrate while the substrate is rotated. The process chamber can include a heat source positioned above the substrate for thermal processing the substrate. The bottom of the process chamber, the rotation assembly, the edge ring and the substrate can cooperatively form a thermal cavity.

The rotation assembly can include a cylinder supporting the edge ring. The cylinder is supported by an upper bearing race which is rotatably coupled to a stationary lower bearing race by bearings therebetween. The upper bearing race is structured and arranged to be magnetically coupled to the actuator for rotating the upper bearing race and the cylinder. The rotation assembly can be structured and arranged to rotate the substrate about a central axis at a rotational speed of at least approximately 90 RPM.

The edge ring may include an annular ledge having an upper surface to support the backside of the substrate near a peripheral edge of the substrate. The ledge is structured and arranged to allow passage of outwardly flowing purge gas past the peripheral edge.

The purge gas conduit may include an injector which includes a slit through which the purge gas flows. The slit is disposed parallel to a plane defined by the substrate when the substrate is supported by the edge ring.

The invention also provides a method of purging a backside of a substrate with a purge gas, such as, for example, an inert gas. The method includes the steps of rotating the substrate about a central axis, for example, at a rotational speed of at least approximately 90 RPM, and flowing the purge gas over the backside of the rotating substrate. The rotating substrate urges the purge gas to

整理番号=P 97 AM-087

flow in an outward radial direction relative to the rotating substrate. The purge gas can be flowed through an aperture in a plate spaced from the backside of the substrate.

The method may also include the step of flowing a process gas over a front side of the rotating substrate, wherein the rotating substrate urges the process gas to flow in the outward radial direction. The substrate may be heated while flowing the process gas.

The method can further include channelling the radially flowing purge gas past a peripheral edge of the rotating substrate. The channelling may include channelling the radially flowing purge gas through a plurality of flow paths that are provided by confronting surfaces of the substrate and an edge ring supporting the substrate. The channelling can also include directing the radially flowing purge gas in a generally axial direction near a peripheral edge of the substrate. Rotating the substrate can include rotating the substrate on a rotating edge ring, an outer annular surface of the edge ring further urging the channeled purge gas and the outwardly flowing process gas to flow radially outward therefrom.

The invention also provides a method of vapor processing a disk-shaped substrate in a process chamber, including the steps of supporting the substrate on a rotation assembly, the rotation assembly including an edge ring having an inner annular ledge supporting the substrate near the substrate's peripheral edge; flowing a purge gas over a backside of the substrate; flowing a process gas over a front side of the substrate; and rotating the substrate with the rotation assembly to urge the purge gas and the process gas radially outward toward the substrate's peripheral edge. The substrate can be heated while rotating

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

the substrate. The substrate can be rotated at a rotational speed of at least approximately 90 rpm.

The present invention provides an apparatus and method for flowing a purge gas across the backside of a wafer in an RTP chamber that inhibits the formation of unwanted deposits. The apparatus and method inject the purge gas in a pattern that minimally affects the temperature of the wafer. The apparatus and method also cause minimal interference with a pyrometric temperature measurement of the backside of the wafer. The apparatus and method further inhibit the inflow of reactant gases onto sensitive components of the process chamber outside of a processing region.

Other advantages and features of the present invention will become apparent from the following description, including the drawings and claims.

#### Detailed Description of the Invention

The same structures illustrated in different figures are referred to with the same reference numerals.

The present invention relates to a purge gas injector for use in thermochemical processing chambers and methods for purging the backside of a substrate during a thermochemical process. One type of RTP apparatus is disclosed in U.S. Patent Application Serial No. 08/359,302, filed December 19, 1994, entitled "A Method And Apparatus For Measuring Substrate Temperatures," assigned to the assignee of the present invention, and hereby incorporated by reference. The purge gas injector is positioned within a cylindrically-shaped thermal cavity located below the backside of a wafer. A rotating support for the wafer spins the wafer to draw the purge gas up to the backside of the wafer in an expanding spiral-shaped flow. In one of the

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

embodiments described below, the injector flows purge gas approximately radially outward in a direction about parallel to the plane of the wafer between the wafer and a reflector at the bottom of the cavity. Also described below is an embodiment wherein the purge gas flows out of the thermal cavity through a narrow annular-shaped gap located between the cylindrical wall of the rotating support and the rim of the reflector.

Referring to FIG. 1, a vapor processing system that purges a backside of a substrate 10 includes a rotatable support structure 12 mounted in a process chamber 14. A reaction gas supply 16 provides a regulated flow of a reaction gas 18 that is directed through apertures formed in a shower-head type nozzle 20 to a front surface 22 of substrate 10. Gases are removed through exhaust 24. The bottom 28 of chamber 14, the support structure 12, and the backside 26 of substrate 10 together define a cavity. A purge gas supply 30 provides a regulated flow of non-reactive purge gas 32 that is directed through an injector 34 in the bottom 28 of chamber 14.

When the front and back surfaces 22, 26 rotate, they impart an outward radial momentum to the reaction gas 18 and the purge gas 32, respectively. At sufficiently high rotational speeds, the interaction of the substrate surfaces 22, 26 with the gases 18, 32 causes the gases to flow in an outwardly radial direction toward the peripheral edge 36 of substrate 10.

Referring now also to Figs. 2(a) and (b), the substrate 10 rests on an inner annular ledge 38 of an edge ring 40. In this embodiment, ledge 38 is flat so that when the substrate 10 is resting on it, the flow of purge gas in a gap 41 that may be located between the backside of the substrate and the annular ledge 38 is significantly restricted. This produces a higher velocity of any purge gas which does manage to flow through region 41, thereby

整理番号=P 97 AM-087

also producing a more effective barrier to process gas flowing back through region 41 into the region behind the wafer.

An upper surface 42 of an outer annular portion 44 of the edge ring 40 is approximately level with the upper surface 22 of the substrate 10. Under some circumstances, it may be undesirable to have an upward step or a downward step that could disturb the smooth outward flow of process and purge gases. Also a downward step could allow process gases to interact more easily with the peripheral edge of the substrate. The interaction of the gases 18 and 32 with the rotating substrate upper surface 22 and outer annular portion upper surface 42 transfers additional outward radial momentum to the gases. Both gases 18 and 32 move radially outward and away from the upper surface 22 of the substrate 10.

The outward radial flow inhibits significant mixing of the purge gas 32 with the reaction gas 18 over the substrate upper surface 22. This helps to achieve a more uniform process profile out to the periphery of the upper surface 22 of the substrate 10. The flowing purge gas 32 prevents the reaction gas 18 from migrating over the peripheral edge 36 of the substrate, and thereby helps to prevent the reaction gas 18 from depositing an unwanted film on the edge 36 or the back surface 26 of the substrate 10.

A film 46a produced on a wafer substrate 10 without a flow of a purge gas and/or without rotating the wafer 10 is schematically illustrated in FIG. 3(a). The film 46a extends onto the peripheral edge 36 of the wafer 10 and around onto the backside 26. These areas of the film are typically thinner than the film produced on the upper surface 22 of the wafer 10. The film 46a can easily flake off from these regions, thereby contaminating the processing system.

整理番号=P 97 AM-087

FIG. 3(b) shows a second film 46b produced by flowing purge gas 32 during the deposition process, but without rotating the wafer 10 at speeds sufficient to cause an outward radial flow of the purge gas 32 or process gas 18. In this case, the film 46b has a reduced profile, or thickness, near the edge 36 of the wafer 10, thereby reducing the usable area of the upper surface of the wafer.

FIG. 3(c) schematically illustrates a third film 46c produced by flowing purge gas 32 during the deposition process and by rotating the wafer 10 at speeds sufficient to cause an outward radial flow of the purge gas 32 and process gas 18. Film 46c has a more uniform profile near the edge 36 of the wafer 10, and does not extend around the edge 36.

A system that has been modified in accordance with the invention is shown in FIG. 4. In particular, FIG. 4 shows a processing chamber 100 for processing a disk-shaped, twelve-inch (300 millimeter (mm)) diameter silicon (Si) substrate 106. The substrate 106 is mounted inside chamber 100 on a substrate support structure 108 and is heated by a heating element 110 located directly above substrate 106. Heating element 110 generates radiation 112 which enters processing chamber 100 through a water-cooled quartz window assembly 114 which may be approximately 25 mm above the substrate. Beneath substrate 106 is a reflector 102 which is mounted on a central assembly 116 having a generally cylindrical base. Reflector 102 may be made of aluminum and may have a highly reflective surface coating 120. An underside or backside 107 of substrate 106 and the top of reflector 102 form a reflecting cavity 118 for enhancing the effective emissivity of substrate 106.

The separation between substrate 106 and reflector 102 can be varied. In processing systems that are designed for twelve-inch silicon wafers, the distance between substrate 106 and reflector 102 may typically be between about 3 mm and 20 mm.



整理番号=P 97 AM-087

The temperatures at localized regions 106' of substrate 106 are measured by a plurality of temperature probes. The described embodiment actually uses eight measurement probes radially distributed over the reflector 102 so as to measure the temperature at different radii of the substrate 106; however, only two probes are shown in FIG. 4. The temperature probes include sapphire light pipes 126, which may be inserted into conduits 124 that pass from the backside of central assembly 116 through the top of reflector 102. Sapphire light pipes 126 are about 0.080 inch in diameter and conduits 124 are slightly larger to enable the light pipes to be easily inserted into the conduits. Light pipes 126 are connected to pyrometers 128 via fiber optics 125. Pyrometers 128 produce signals indicative of the measured temperature in a known manner.

A processing region 130 is located generally above substrate 106. In processing region 130, and to a certain extent in other areas of the chamber, process gases are used in conjunction with the temperature control of substrate 106 via lamps 110 to conduct chemical reactions on substrate 106. These reactions include, but are not limited to, oxidation, nitridation, film growth, etc. The process gases 129 typically emerge into processing region 130 through a gas plenum or showerhead (see, also, FIG. 1) located above or to the side of processing region 130. In the embodiment shown in FIG. 4, these gases enter from a side gas inlet 132. Certain details of such processes and devices causing the same are described in U.S. Patent No. 5,155,336, filed October 24, 1991, owned by the assignee of the present invention, and hereby incorporated by reference, and in the aforementioned co-owned patent application entitled "Novel Way of Introducing Gas into an RTP Chamber". If necessary, process gases may be pumped out of the chamber or exhausted by a pumping system 133 of known design through an exhaust port 131.

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

Substrate 106 is generally a large diameter silicon wafer. Wafers of other materials may also be used. The diameter of substrate 106 is often at least 200 mm, but substrates of any size may be accommodated by the present invention.

A suitable heating element 110 is disclosed in above mentioned U.S. Patent No. 5,155,336. This heating element uses a number of light pipes to deliver highly collimated radiation from tungsten-halogen lamps to processing chamber 100. The lamps may be divided into twenty-four zones which are located in a radially symmetrical manner. The zones can be individually adjusted by a controller 111 having a feedback system, based on the signals received from pyrometers 128, to allow the radiative heating of different areas of substrate 106 to be controlled.

Central assembly 116 includes a circulation circuit including chambers 146 through which coolant such as a cooled gas or liquid circulates, thereby cooling reflector 102. Water which is typically at about 23°C may be circulated through central assembly 116 to keep the temperature of reflector 102 well below that of heated substrate 106 (e.g., 150°C or less).

During thermal processing, support structure 108 can be rotated at speeds of at least about 90 RPM. Thus, each probe actually samples the temperature profile of a corresponding annular ring area on the substrate. As shown in FIG. 4, the support structure which rotates the substrate includes an edge ring 134 which contacts substrate 106 around the substrate's outer perimeter, thereby leaving all of backside 107 of substrate 106 exposed except for a small annular region about the outer perimeter. Edge ring 134 may have a radial width of approximately 0.75 inch (18 mm) to approximately 1.0 inch (2.5 mm). To minimize the thermal discontinuities that will occur at the edge of substrate 106

整理番号=P 97 AM-087

during processing, edge ring 134 is made of the same, or similar, material as substrate 106, e.g. silicon or silicon carbide.

Edge ring 134 rests on a rotatable tubular quartz cylinder 136 that is coated with silicon to render it opaque in the frequency range of the pyrometers 128. The silicon coating on quartz cylinder 136 acts as a baffle to block out radiation from external sources that might contaminate the intensity measurements. The bottom of quartz cylinder 136 is held by an annular upper bearing race 142 which rests on a plurality of ball bearings 138 that are, in turn, held within an stationary, annular, lower bearing race 140. Ball bearings 138 can be made of silicon nitride to reduce particulate formation during operation. Upper bearing race 142 is magnetically-coupled to an actuator (not shown) which rotates cylinder 136, edge ring 134 and substrate 106 at an operating speed during thermal processing.

The substrate 106 and support assembly 108 may also be rotated by a magnetic levitation system or other known apparatuses. One way of accomplishing the rotation is described in a U.S. Patent Application entitled "Magnetically-Levitated Rotor System for an RTP Chamber" filed on even date herewith, assigned to the assignee of the present application and incorporated herein by reference.

A purge gas 147 is provided to cavity 118 through a purge gas injector 148 located between backside 107 of substrate 106 and reflector 102. Purge gas injector 148, which will be described in greater detail below, is connected to a regulated purge gas supply 150 through a passageway 152 extending through central assembly 116 and via a conduit 151.

In the embodiment described with reference to FIG. 4, injector 148 is approximately centered in reflector 102 and directs a flow of a purge gas 147 into a central area of

整理番号=P 9 7 A M - 0 8 7

cavity 118. Injector 148 directs purge gas, on average, approximately normal to the surface 106.

We have observed that rotating the substrate 106 with rotation speeds as low as about 20 RPM impels the purge gas 147 introduced through injector 148 in an outward radial direction, indicated with arrows 149. Positive results are produced with rotation speeds of 30-40 RPM and higher.

In another embodiment, injector 148 can be structured to direct purge gas 147 upward and radially outward in a conical-shaped flow pattern. In yet another embodiment, which will be described in greater detail below, an injector directs the purge gas in a substantially radial direction, with substantially no component directed normal to the plane of the substrate 106. Of course, it should be understood that other devices for introducing backside purge gas 147 in a way that is compatible with this invention are readily implemented by persons skilled in the art.

Cylinder 136 can be structured to form passages for purge gas 147 to flow out of cavity 118 into the annular region between edge ring 134, cylinder 136 and shield ring 154.

Referring now to Figs. 5 and 6, edge ring 134 has an inner portion forming a ledge 164 that supports substrate 106 and an outer portion 166 that is supported by cylinder 136. In the above-described embodiment, the surface of ledge 164 is flat so as to create a good seal when contacted by the backside of the wafer. In this alternative embodiment, however, grooves 182 are formed in the upper surface 180 of ledge 164. The grooves extend in an approximately radial direction from the inner edge of the ledge 164, partially into the outer portion 166. The grooves 182 provide flow paths that allow the purge gas 147 to more easily flow between the substrate 106 and the supporting ledge 164 of edge ring 134. The outermost

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

portions of grooves 182 include an arcuate upward bend 186 that redirects the flow of purge gas 147 past the peripheral edge 168 of substrate 106 upward and outward in a more axially directed flow.

While sixteen grooves 182 are illustrated in FIG. 5, a smaller number of grooves may also be utilized. A greater number of grooves more closely spaced together around the ring may provide a more uniform outward radial flow of purge gas.

The upper surface 170 at the outer portion 166 of edge ring 134 is at an elevation approximately the same as the upper surface 188 of substrate 106.

In another embodiment, illustrated in Figs. 7 and 8, the upper surface 170 includes elevated ridges or vanes 190 structured to assist in moving the purge gas 147 and the process gas 129 outward and away from the edge ring 134. Each vane 190 is located adjacent an upward bend 186 of an associated one of grooves 182.

The edge ring 134 is also designed to create a light-tight seal with the quartz cylinder 136. Extending from the bottom surface of the edge ring 134 is a cylindrically-shaped lip 192 which has an outside diameter that is slightly smaller than the inside diameter of the quartz cylinder 136, so that it fits into the cylinder, as shown, and forms a light seal. Alternatively, lip 192 can be a larger diameter to form a light seal with the outer surface of cylinder 136.

Edge ring 134 has an outer radius that is larger than the radius of the quartz cylinder 136 so that it extends out beyond the quartz cylinder. The annular extension of the edge ring 134 beyond cylinder 136, in cooperation with shield ring 154 located below it, functions as a baffle which prevents stray light from entering the reflecting cavity 118. To further reduce the possibility of

整理番号=P 9 7 A M - 0 8 7

stray light reflecting into the reflecting cavity 118, edge ring 134 and shield ring 154 may also be coated with a material that absorbs the radiation generated by heating element 110 (e.g., a black or grey material).

The purge gas can be an inert gas, e.g., argon, or a non-reactive gas, e.g.  $N_2$ , although other types of gases can also be used. The choice of gas depends upon the particular material used in the chamber and upon the process being performed in the chamber. For example, under some circumstances it may be desirable to use a purge gas that will react with the source gas to scavenge possible deposition material, e.g.,  $H_2$  or  $HCl$ .

A particularly effective embodiment of an injector 248 for introducing the purge gas is shown in a modified RTP chamber 200 in FIG. 9. Only one-half of process chamber 200 to one side of a central axis 201 of thermal cavity 118 is shown to allow greater detail of illustration of purge gas injector 248. This sectional view also does not show light pipes 126, pyrometers 128 or heater controller 111. Note that injector 248 is positioned off of thermal cavity's central axis 201, and therefore off the substrate's 106 central axis.

RTP chamber 200, like the chamber 100 described above with reference to FIG. 4, includes a rotatable substrate support structure 108 and a heating element 110 located to direct heat radiation 112 onto the substrate 106. A reflecting cavity 118 is formed by substrate 106, reflector 102, edge ring 134, and cylinder 136. A processing region 130 is located between substrate 106 and heater window assembly 114. A rotation mechanism is adapted to rotate the support structure 108.

RTP chamber 200 also includes a transparent quartz reflector cover 204, which is located between reflector 102

整理番号=P 97AM-087

and substrate 106. Reflector cover 204 is described in detail in co-owned application Ser. No. 08/\_\_\_\_\_, entitled "Reflector Cover For A Semiconductor Processing Chamber," filed on even date, the entire disclosure of which is incorporated herein by reference. Cover 204 is supported above reflector 102 by a plurality of supports, which may connect to reflector 102 or to other parts of the chamber. In the embodiment illustrated in FIG. 9, support for cover 204 is provided by cylindrical posts 206 that rest in slightly larger diameter cylindrical hollows 208 formed in reflector 102. It will be recognized that posts 206 may be replaced by numerous other types of coupling structures including rings, pins, suspensions, etc. In the described embodiment, four posts 206 are provided for supporting reflector cover 204, of which only one is shown in FIG. 9.

In a system for processing 300 mm wafers, in which reflector 102 may be approximately 18 mm below substrate 106, cover 204 may be approximately 2-3 mm thick and may be positioned a distance approximately 2-3 mm above reflector 102 and a distance approximately 10 mm below the bottom surface of substrate 106. These distances are chosen in part to balance the thermal load on cover 204. In this way, the temperature of cover 204 is maintained such that a minimum of deposition occurs on cover 204 or on reflector 102 below it.

Injector 248 extends up from reflector plate 102 through an aperture 210 formed in cover 204. Referring now also to FIGS. 10 and 11, injector 248 may be machined, for example, from an approximately mushroom-shaped, transparent quartz plug that has been formed with a central channel 212 by well known methods. Instead of being made of a transparent material, injector 248 can also be made of a highly-reflective material, such as, for example, a gold plated metal. Injector 248 has a cylindrical bottom 214 and

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

a larger diameter cylindrical top 216.

Central channel 212 includes a cylindrical-shaped lower channel 218 that extends from an aperture 220 in bottom 214, through bottom 214, and into top 216. Lower channel 218 connects to a larger diameter upper channel 222 within top 216. A radially extending slit 224 communicating with upper channel 222 extends substantially 360° around top 216. A top plate 226 is supported by small, approximately triangular-shaped posts 228 that remain after cutting slit 224 with a slitting saw. In the embodiment illustrated in FIGS. 10 and 11, there are three evenly-spaced posts 228 that divide slit 224 into three portions, which each extend approximately 120°. Posts 228 are made as small as possible, consistent with ease of manufacturing, to maximize the circumferential extent of slit 224.

Referring now also to FIGS. 9 and 12-14, the diameter of cylindrical bottom 214 is slightly smaller than a vertical hole 230 extending through thermal reflector 102. A bottom surface 232 of cylindrical bottom 214 sits on top of a stand-off 234. Stand-off 234 has apertures that couple a purge gas flow from a horizontal channel 236 formed by a groove 237 in the bottom of reflector 102 and the top of central support 116. Horizontal channel 236 connects, in turn, to a conduit 238 extending through central support 116. The other end of conduit 238 outside chamber 200 can have a fitting 240 for connecting to a regulated supply of purge gas (not shown), or may be connected to the purge gas supply by other known methods. A resilient o-ring 242 provides a seal between the outer surface of injector bottom 214 and reflector 102.

Stand-off 234 has a ring-shaped body 244 that includes a central passage 246 that is approximately the same diameter as lower portion 218 of injector's 248 central



整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

channel 212. Four pie-shaped posts 250 are machined from the bottom side.

Purge gas flows from channel 236, through spaces between pie-shaped posts 250, up through the stand-off's central passage 246 and into central channel 212 of injector 248. Purge gas then flows up through injector 248 and out of slit 224 in a substantially radial direction. This produces a flow of purge gas that is substantially parallel to backside 107 of the spinning substrate 106 and directed approximately radially outward.

Slit 224 is oriented parallel to the substrate so that the flow of purge gas from central channel 212 of injector 248 does not have any straight, line-of-sight paths impacting directly on the substrate's backside 107. This arrangement inhibits the flow of purge gas from injector 248 from preferentially cooling any spots on substrate 106.

As described above with reference to other embodiments of the invention, the spinning substrate 106 draws the purge gas upward toward the substrate backside 107, and impels the purge gas in a outward spiralling direction. Although we have observed positive effects from spinning the substrate at rotational speeds as low as approximately 30-40 RPM, the rotational speed is determined largely by time constants in the thermal feedback system of the temperature controller 111. The substrate 106 should rotate at least one full turn during a cycle of the temperature controller. We have found that in the described system substrate 106 can be spun at approximately 75-120 RPM, although higher speeds can be used, and more advantageously substrate 106 is spun at approximately 85-95 RPM.

In the system described with reference to FIG. 9, injector 248 is the only source of purge gas in chamber 200.

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

Upon reaching the periphery of cavity 118, the spiraling flow of purge gas curls downward along the inner surface of cylinder 136. Some of the purge gas may return towards injector along the top of cover 204 or in the space between cover 204 and reflector 102. However, to maintain a constant pressure in cavity 118, purge gas must exit cavity 118 with a flow equal to that being input from injector 248. This outward flow is directed mostly through an annular-shaped gap 254 between the stationary reflector 102 and the spinning cylinder 136. In the embodiment described with reference to FIG. 9, edge ring 132 does not include channels for the removal of the purge gas between its ledge and substrate 106, therefore very little purge gas escapes between edge ring 134 and substrate 106. Gap 254 may be, for example, approximately 0.1 inches (2.5 mm) wide. From there, the purge gas flows between bearing races 140, 142 and ball bearings 138, between spinning bearing race 142 and shield 154, along the outer surface of cylinder 136, and then between shield 154 and an edge ring extension 252, and out towards exhaust port 256. In the case where some of the purge gas leaks from cavity 118 to processing region 130 due to, e.g., imperfections in edge ring 134, these gases may also be pulled along co-rotating edge ring extension 252 and removed.

A similar system for removing purge gas from cavity 118 through an annular gap between cylinder 136 and reflector 102 can be used in a process chamber having a magnetically levitated rotation mechanism. Such a system is described in the aforementioned related application entitled "Magnetically-Levitated Rotor System For An RTP Chamber."

As mentioned above, injector 248 is located slightly away from the central axis 201 of the reflector plate 102 and thermal cavity 118. The precise location depends on design features of the system. Some of the considerations

整理番号=P 9 7 AM-0 8 7

for optimum placement of injector 248 in a multiple lamp RTP system are the following. Since the presence of injector 248 perturbs the temperature profile of the wafer in the vicinity of where the injector is located, it is desirable to move injector 248 out towards the periphery of the spinning wafer. In that way, its net impact on any single location of the wafer is reduced because the outer regions of the spinning wafer are heated by multiple lamps of heating element 110 and any given location near the periphery does not feel the impact of injector 248 except for a small part of the rotational cycle. However, as injector 248 is positioned farther out towards the periphery of the wafer, the flow of purge gas relative to backside 107 of the spinning wafer 106 becomes more asymmetric. To achieve a more symmetric flow, which is of course desirable, injector 248 should be closer to the center, where it produces a greater impact on the temperature profile. Thus, the optimum location is determined by balancing these two competing effects, and it will tend to be close to but not at the center. In the described embodiment, injector 248 is positioned approximately 20%-30% of the distance from central axis 201 to cylinder 136.

With regard to the height of injector 248, it is desirable to position slit 224 as close to backside 107 of the spinning wafer as possible so as to get effective flow of purge gas against the spinning wafer. However, if top 226 of injector 248 is too close to wafer 106, the region between top 226 of injector 248 and backside 107 of wafer 106 will tend to entrap gas or negatively impact the flow of purge gas in this region. Thus, the optimum height of injector 248 is determined by balancing these two competing effects.

In the described system for processing 300 mm wafers, the backside 107 of the wafer may be about 18 mm

整理番号=P 97 AM-0.87

above the reflector plate 102. Injector 248 may be approximately 0.8 inches (20 mm) long. Injector top 216, including top plate 226, may be approximately 0.4 inches (10 mm) high and 0.75 inches (19 mm) in diameter. Injector bottom 214 may be approximately 0.4 inches (10 mm) long and 0.375 inches (9.5 mm) in diameter. Slit 224 may be about 15 mils (0.3 mm) wide and may be positioned about 7 mm above the reflector plate 102. Where the reflector cover 204 is used, slit 224 may be only slightly elevated above an upper surface of cover 204, for example, approximately 1-2 mm above cover 204. Slit may be located approximately 0.11 inches (3 mm) below the top of top plate 226. Lower channel 218 may be approximately 0.24 inches (6mm) in diameter; upper channel may be approximately 0.51 inches (13 mm) in diameter.

The purge gas introduced into cavity 118 by injector 248 ensures that a continuous back-pressure is maintained so that deposition does not occur on backside 107 of substrate 106. For such a structure, an appropriate purge gas flow rate might be about 4-10 liters/min of  $H_2$  with a back pressure at atmospheric pressure in cavity 118, depending of course on other process and system variables. Gas flow rates scale down approximately as the back-pressure is decreased. A suitable back-pressure may be about 100 milliTorr, although this pressure varies according to the process.

Although we have shown injectors 148 and 248 in RTP systems, it should be understood that they can also be used in any system in which the backside purge technique described herein would be useful.

In other embodiments, the purge gas can be introduced into cavity 118 through multiple injection ports or injectors. The injection ports may direct the purge gas parallel to substrate 106, or at an angle towards substrate.

整理番号=P 97 AM-087

Regardless of the manner in which the purge gas is introduced into cavity 118, the rotating substrate 106 provides a pumping action that will impel the purge gas to spiral radially outward along substrate backside 107.

Also note that the process and purge gases may be removed from the chamber through multiple exhaust ports, which may be distributed around the support structure.

Although the invention is especially useful in semiconductor fabrication processes in which the substrate is typically a disk-shaped semiconductor, we intend the term "substrate" to broadly cover any object that is being processed in a vapor process chamber. The term "substrate" includes, for example, semiconductor wafers, flat panel displays, glass plates or disks.

In addition, the term "vapor processing system" is intended to broadly cover any process by which a surface of a substrate is altered by flowing a process gas over the surface. This can include CVD systems, RTCVD systems, RTO systems, RTN systems, and other vapor processing systems that are currently known or that may be developed.

Though we have described the system as including a front side gas injection system which uses a showerhead and produces radially symmetric gas flow, the invention also works in the case of side injection system which produces a gas flow as indicated by the arrows 18a in FIG. 2.

Other embodiments are within the scope of the invention.

#### 4 Breif Description of Drawings

FIG. 1 is a diagrammatic cross-sectional side view of a vapor processing system that uses rotational backside purging.

整理番号=P 97 AM-087

FIGS. 2(a) and (b) are partial diagrammatic cross-sectional side views of a substrate and support structure showing gas flow patterns (a) when there is no reaction gas flow and the substrate is not rotated, and (b) when a reaction gas is directed towards the front side of the substrate and the substrate is rotated.

FIGS. 3(a)-(c) schematically illustrate deposition profiles near the peripheral edge of a wafer under different conditions;

FIG. 4 is a cross-sectional side view of an RTP system embodying the invention;

FIG. 5 is a plan view of an edge ring;

FIG. 6 is a sectional view along lines 6-6 of Fig. 5, with a substrate shown in shadow;

FIG. 7 is a plan view of another embodiment of an edge ring;

FIG. 8 is a sectional view along lines 8-8 of Fig. 7, with a substrate shown in shadow;

FIG. 9 is a cross-sectional side view of a portion of another embodiment of an RTP system with a purge gas injector according to the invention;

FIG. 10 is a cross-sectional view along line 10-10 of the purge gas injector illustrated in FIG. 9;

FIG. 11 is a cross-sectional view through line 11-11 of FIG. 10;

FIG. 12 is a bottom plan view of a stand-off that is adapted to allow purge gas to pass through the purge gas injector illustrated in FIGS. 9-11;

FIG. 13 is a cross-sectional view along line 13-13 of FIG. 12; and

FIG. 14 is a cross-sectional view along line 14-14 of FIG. 12.

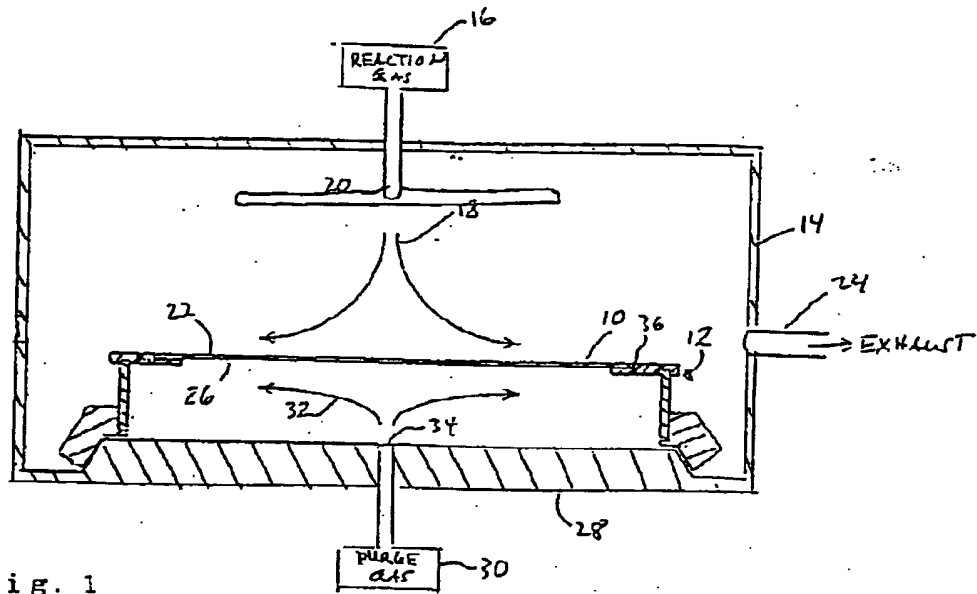


Fig. 1

整理番号=P97AM-087

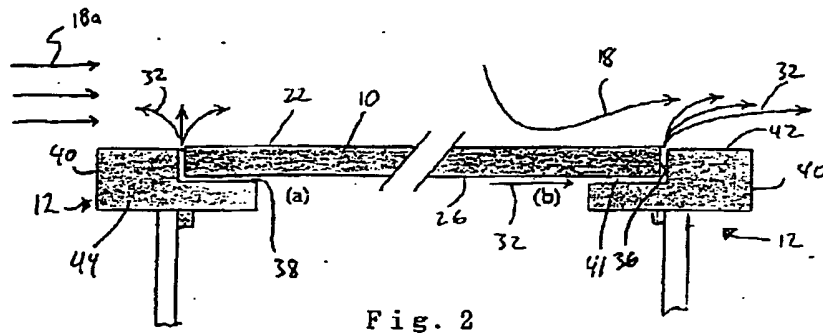


Fig. 2

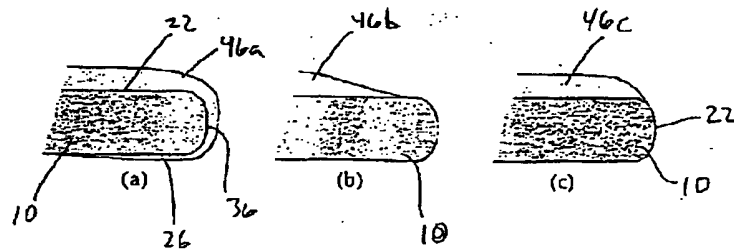


Fig. 3



特開平11-3884

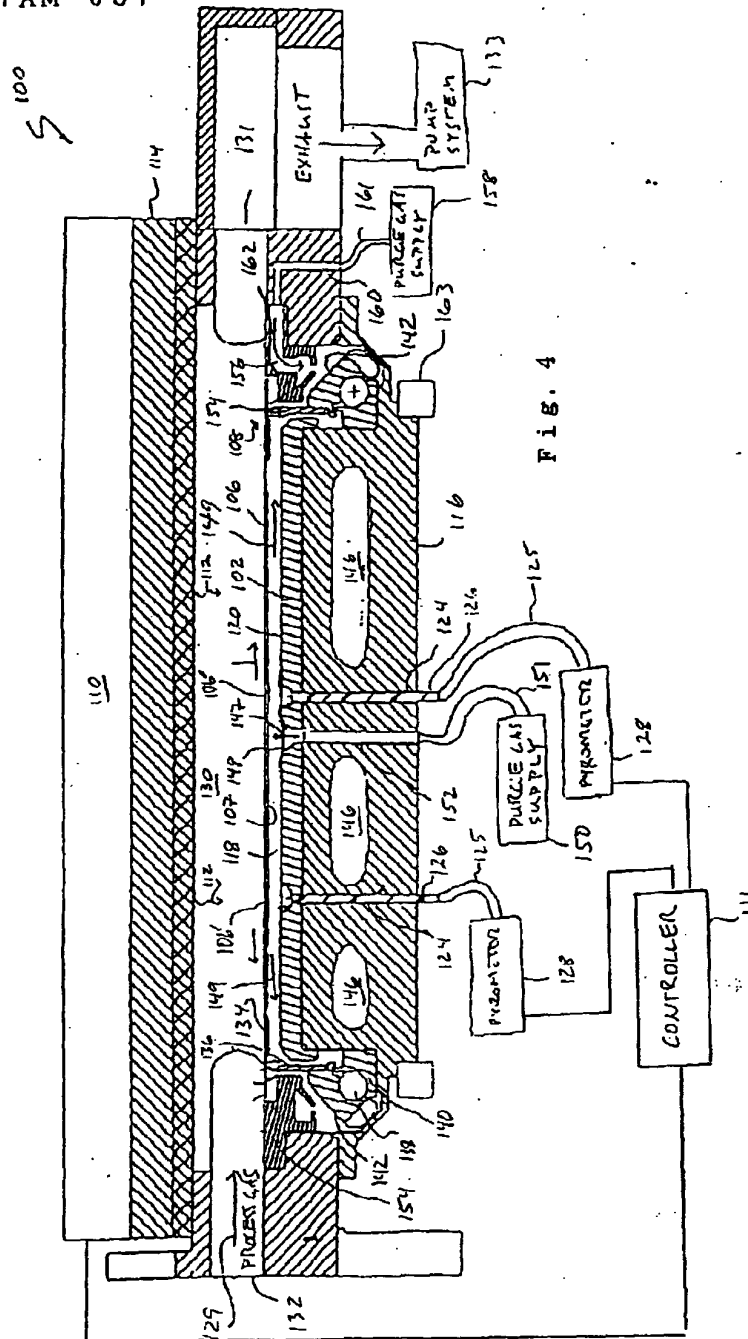


FIG. 4

整理番号=P97AM-087

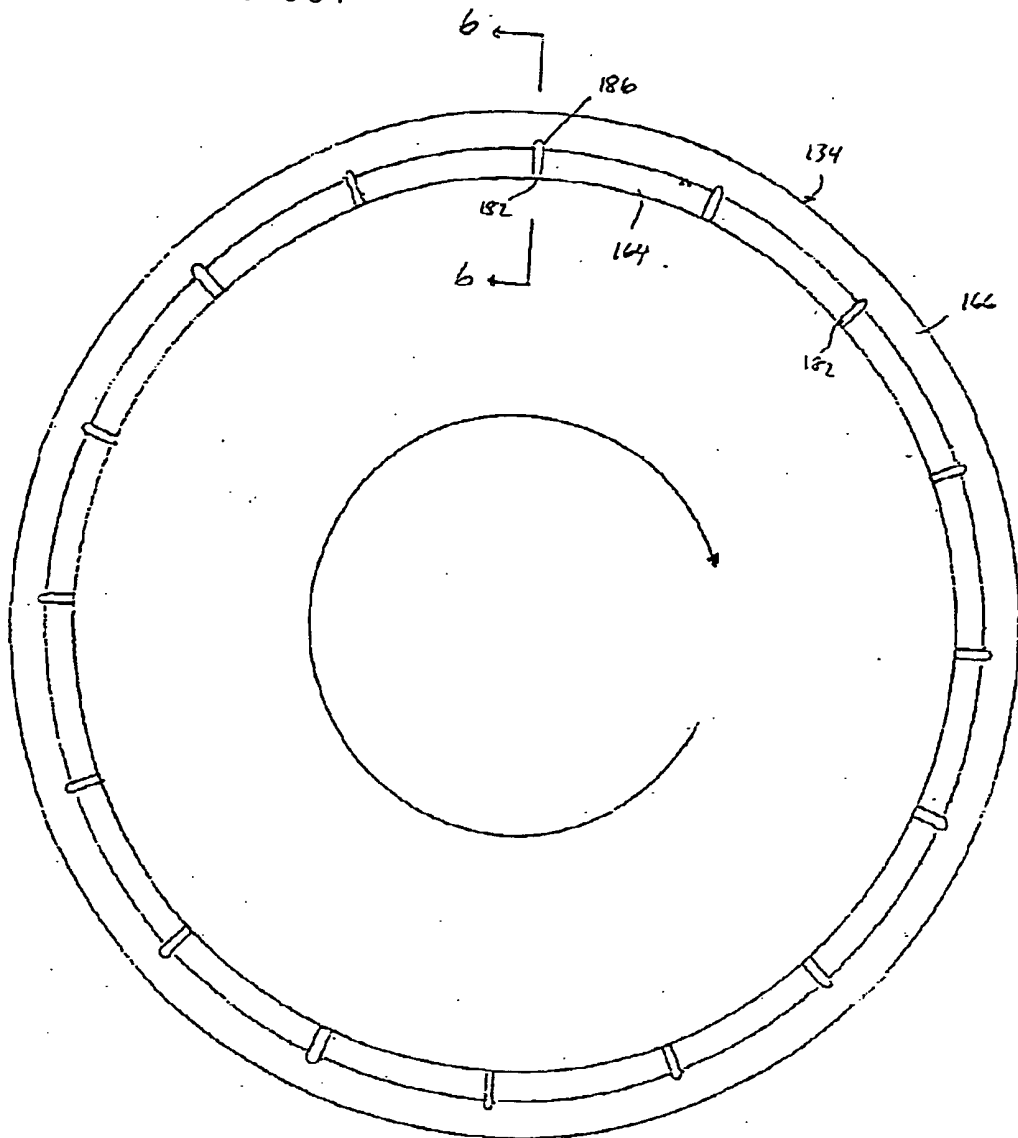


Fig. 5

整理番号=P97AM-087

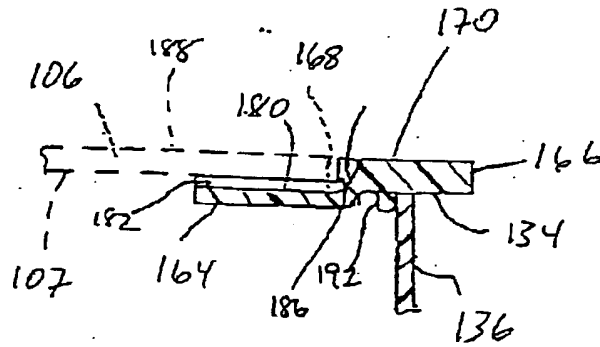


Fig. 6

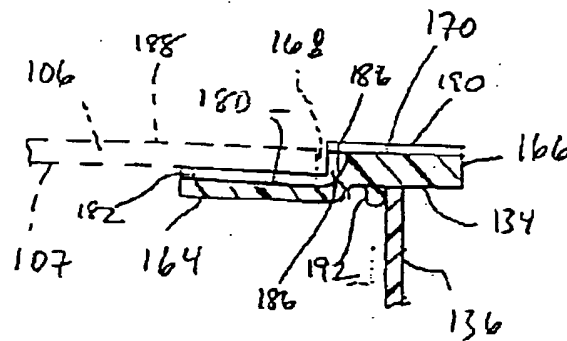


Fig. 8

整理番号=P97AM-087

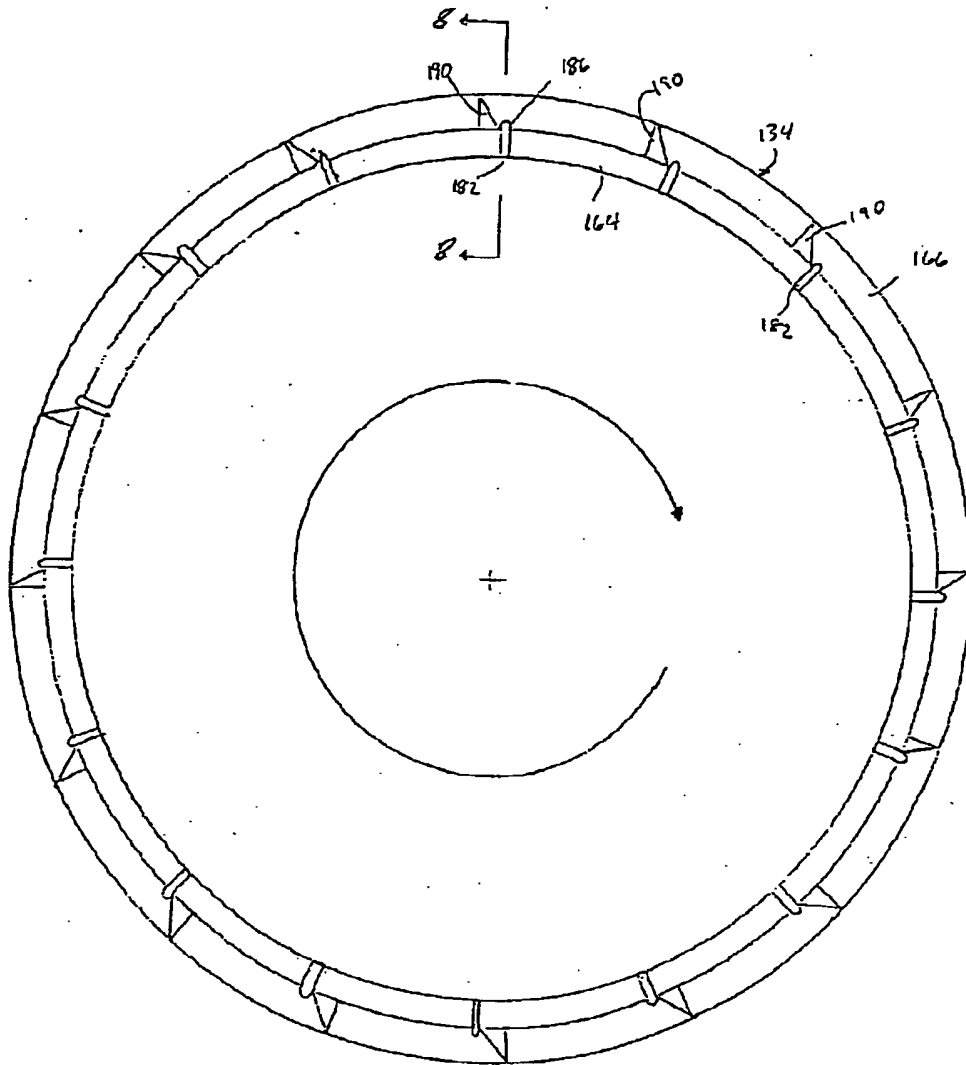
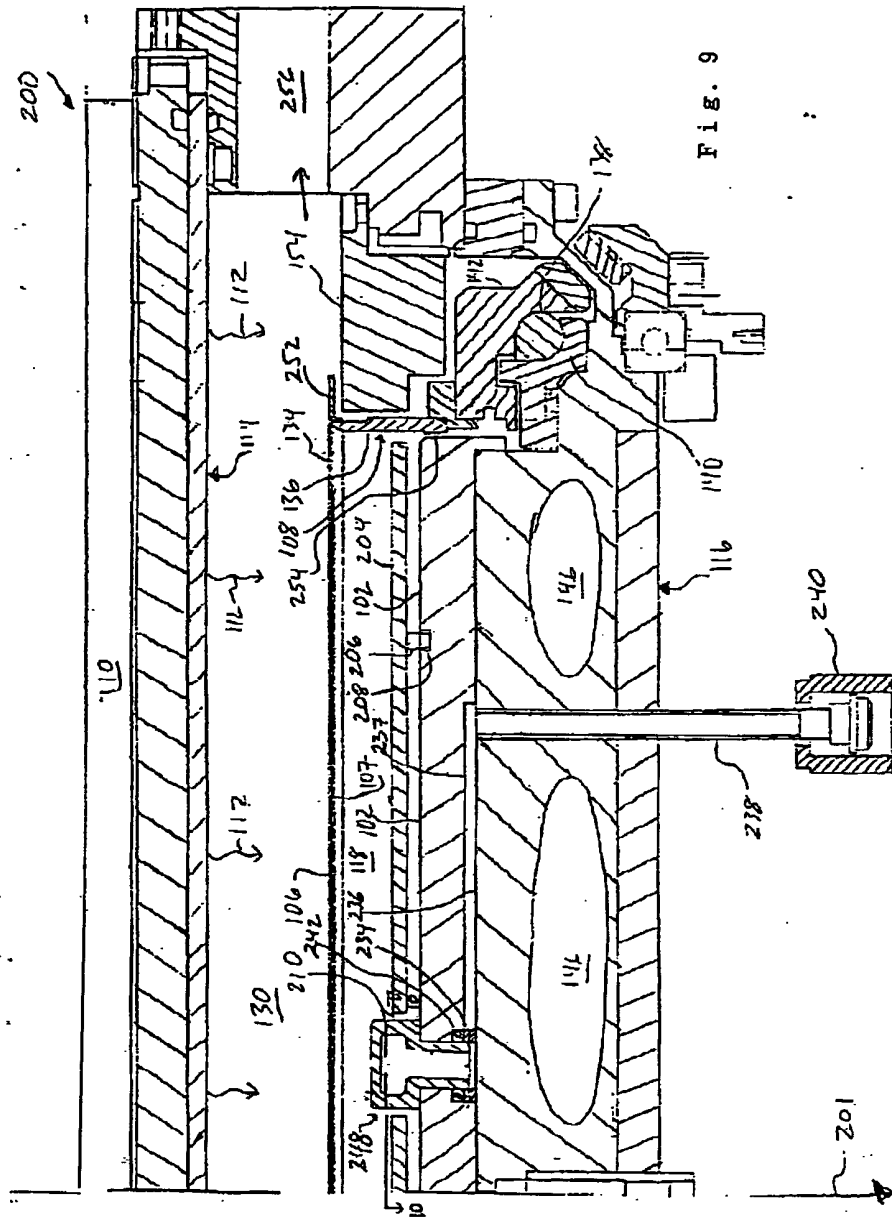


Fig. 7

整理番号=P97AM-087



整理番号=P97AM-087

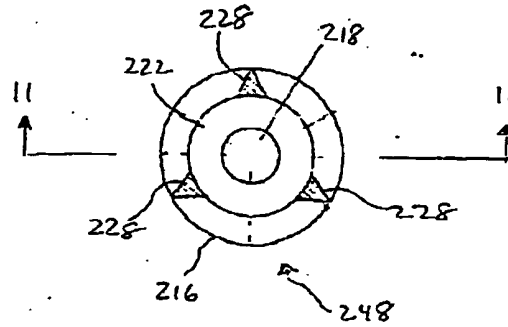


Fig. 10

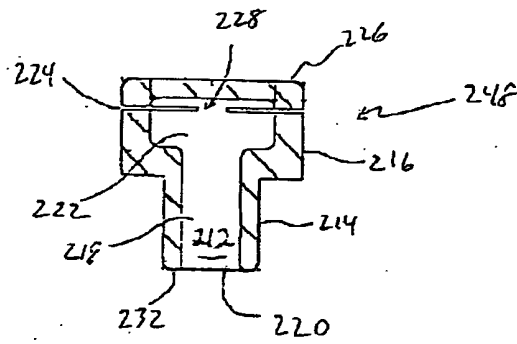


Fig. 11

整理番号=P97AM-087

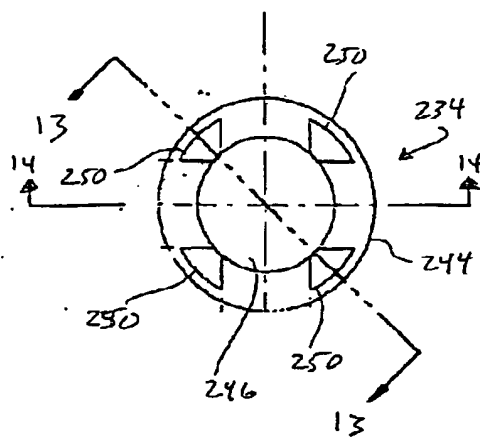


Fig. 12

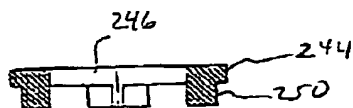


Fig. 13

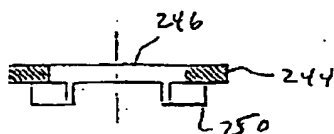


Fig. 14

## 1 Abstract

An apparatus for purging the backside of a substrate in a process chamber includes a purge gas injector. The injector includes a substantially annular-shaped opening providing a slit that is structured and arranged to direct a flow of purge gas about radially outward therefrom in a direction approximately parallel to a plane defined by the substrate, wherein the substrate is supported in the process chamber above the purge gas injector. When the substrate is rotated at a sufficient speed, the purge gas flowing from the injector is impelled to flow spirally outward along the backside of the substrate.

## 2 Representative Drawing      Fig. 1